

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**

**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ  
CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**

**HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ**

-----



**Vũ Thị Hương**

**DỰ BÁO TẢI LƯỢNG VÀ ĐÁNH GIÁ SỰ LAN TRUYỀN  
CỦA MỘT SỐ CHẤT Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ ( $\text{CH}_4, \text{H}_2\text{S}$ ) TỪ  
CÁC BÃI RÁC TẠM THỜI TẠI XÃ VŨ OAI, THÀNH PHỐ  
HẠ LONG, TỈNH QUẢNG NINH**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ  
CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG**

**Bắc Ninh - 2023**

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ  
CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

HỌC VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ



Vũ Thị Hương

DỰ BÁO TẢI LƯỢNG VÀ ĐÁNH GIÁ SỰ LAN TRUYỀN  
CỦA MỘT SỐ CHẤT Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ ( $\text{CH}_4, \text{H}_2\text{S}$ ) TỪ CÁC  
BÃI RÁC TẠM THỜI TẠI XÃ VŨ OAI, THÀNH PHỐ HẠ LONG,  
TỈNH QUẢNG NINH

Chuyên ngành: Kỹ thuật môi trường

Mã số: 8520320

LUẬN VĂN THẠC SĨ  
CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. PHAN QUANG THĂNG *Phan Quang Thăng*  
TS. TRẦN ANH QUÂN *Trần Anh Quân*

Bắc Ninh – 2023

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đề tài nghiên cứu trong luận văn này là công trình nghiên cứu của tôi dựa trên những tài liệu, số liệu do chính tôi tự tìm hiểu và nghiên cứu. Chính vì vậy, các kết quả nghiên cứu đảm bảo trung thực và khách quan nhất. Đồng thời, kết quả này chưa từng xuất hiện trong bất cứ một nghiên cứu nào. Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực nếu sai tôi hoàn chịu trách nhiệm.

Bắc Ninh, ngày tháng năm 2023

Tác giả



Vũ Thị Hương

## LỜI CẢM ƠN

Với lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới TS. Phan Quang Thăng, TS. Trần Anh Quân đã giao đề tài, trực tiếp hướng dẫn, đóng góp ý kiến và tạo mọi điều kiện tốt nhất về cơ sở vật chất trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận văn.

Xin gửi lời cảm ơn tới Học viện Khoa học và Công nghệ đã tạo điều kiện giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu.

Xin gửi lời cảm ơn tới Viện Công nghệ Môi trường đã tạo điều kiện giúp tôi trong quá trình thực hiện đề tài.

Tôi cũng xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành tới gia đình, bạn bè và những người luôn động viên, khích lệ tôi trong quá trình hoàn thiện luận văn.

Bắc Ninh, ngày tháng năm 2023

Học viên



Vũ Thị Hương

## MỤC LỤC

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT .....	iii
DANH MỤC HÌNH .....	v
DANH MỤC BẢNG .....	vii
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN .....	3
1.1 Tổng quan về điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội khu vực nghiên cứu..	3
1.2 Tình hình ô nhiễm CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S từ các BCL tạm thời trên Thế Giới.....	6
1.3 Tình hình ô nhiễm CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S từ các BCL tạm thời tại Việt Nam.....	12
1.4 Tổng quan về mô hình mô hình LandGEM và AERMOD .....	18
1.4.1 Tổng quan về mô hình LandGem .....	18
1.4.2 Tổng quan về mô hình AERMOD .....	22
1.4.2. 1 Đặc trưng của mô hình AERMOD .....	26
1.4.2.2 Phương trình phân tán chủ đạo của AERMOD .....	27
1.5 Ứng dụng của mô hình AERMOD và LandGEM trong đánh giá sự lan truyền các chất ô nhiễm.....	35
Chương 2 : Đối tượng và phương pháp nghiên cứu.....	39
2.2 Phương pháp nghiên cứu:.....	41
2.2.1 Phương pháp điều tra, phỏng vấn thu thập tài liệu sơ cấp: .....	41
2.2.2 Phương pháp thu thập tài liệu thứ cấp.....	41
2.2.3. Phương pháp mô hình hóa .....	41
2.2.4. Phương pháp phân tích số liệu và tổng hợp kết quả.....	42
2.2.5. Phương pháp tham khảo ý kiến chuyên gia.....	42
2.3. Thiết kế khu vực tính toán và đặc điểm các hố rác.....	42
2.4 Phương án thiết kế miền tính và lưới môi trường (receptor grids).....	44
2.5 Các dữ liệu được sử dụng trong mô phỏng.....	46
2.5.1 Dữ liệu khí tượng .....	46
2.5.1.1 Dữ liệu trường gió .....	46
2.5.1.2 Nhiệt độ.....	51
2.5.1.3 Lượng mưa.....	52
2.5.2 Dữ liệu địa hình.....	53
2.5.3 Dữ liệu thảm phủ bề mặt đất.....	54
2.5.4 Dữ liệu môi trường nền .....	55

<b>2.6. Xây dựng các kịch bản mô phỏng .....</b>	<b>55</b>
2.6.1 Đề xuất các giả thiết mô phỏng quá trình lan truyền các chất ô nhiễm.....	55
2.6.2 Kịch bản tính toán quá trình lan truyền .....	56
<b>Chương 3. Kết quả và thảo luận .....</b>	<b>59</b>
<b>3.1 Kết quả tính toán tải lượng phát sinh các khí thải từ các BCL chất thải.....</b>	<b>59</b>
<b>3.2 Đánh giá và dự báo sự khuếch tán của CH<sub>4</sub> và H<sub>2</sub>S tại thời điểm hiện tại.....</b>	<b>66</b>
3.2.1 Khuếch tán CH <sub>4</sub> (Metan) trong không khí.....	67
3.2.2 Khuếch tán Hydrogen Sulfide (H <sub>2</sub> S) trong không khí.....	72
<b>3.3. Đánh giá và dự báo sự khuếch tán của CH<sub>4</sub> và H<sub>2</sub>S năm 2027 .....</b>	<b>76</b>
<b>3.4 Khu vực có nồng độ ô nhiễm cao nhất.....</b>	<b>81</b>
<b>Kết luận và kiến nghị.....</b>	<b>84</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>85</b>

## DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

<b>Từ viết tắt</b>	<b>Tiếng Anh</b>	<b>Tiếng Việt</b>
AERMAP	AMS/EPA Regulatory Map	Công cụ địa hình
AERMET	AMS/EPA Regulatory meteorology	Công cụ khí tượng
AERMIC	AMS/EPA Regulatory Model Improvement Committee	Mô hình phân tán
AERMOD	AMS/EPA Regulatory Model	Mô hình Lan truyền ô nhiễm không khí
ASM	American Meteorological Society	Hiệp hội khí tượng Mỹ
BTNMT		Bộ Tài Nguyên Môi Trường
BCL		Bãi chôn lấp
CTR		Chất thải rắn
CLKK		Chất lượng không khí
HAPs	Hazardous Air Pollutants	Các hợp ô nhiễm chất hữu cơ độc hại
HTXLKT		Hệ thống xử lý khí thải
NMVOCSs	Non-Methane Volatile Organic Compounds	Hợp chất hữu cơ phi metan
IET	Institute of Environmental Technology	Viện Công nghệ môi trường
PM	Particulate Matter	Bụi
QCVN		Quy chuẩn Việt Nam
TAMP	The Air Pollution Model	Mô hình ô nhiễm không khí
TP HCM		Thành phố Hồ Chí Minh
TSP		Tổng bụi lơ lửng

TCVN		Tiêu chuẩn Việt Nam
UBND		Ủy Ban Nhân Dân
US-EPA	United State Environmental Protection Agency	Cơ quan Bảo vệ Môi Trường Hoa Kỳ
VOCs	Volatile organic compounds	Các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi
WHO	World Health Organization	Tổ chức y tế Thế giới



## DANH MỤC HÌNH

Hình 1. 1 Vị trí địa lý thành phố Hạ Long .....	3
Hình 1. 2 Bản đồ Xã Vũ Oai nhìn từ vệ tinh.....	4
Hình 1. 3 Giao diện phần mềm LandGem .....	18
Hình 1. 4 Sơ đồ cấu trúc mô hình AERMOD .....	24
Hình 1. 5 Cách tiếp cận hai trạng thái của mô hình AERMOD.....	27
Hình 1. 6 Cụm khí tức thời và cụm khí trung bình chung trong CBL.....	29
Hình 1. 7 Sơ đồ quá trình xử lý dữ liệu của AERMET .....	34
Hình 2. 1 Vị trí các BCL tạm thuộc xã Vũ Oai, thành phố Hạ Long .....	39
Hình 2. 2 Các khu vực lân cận xung quanh các BCL .....	39
Hình 2. 3 Thiết kế vị trí biên của khu vực chôn lấp CTR của công ty INDEVCO và vị trí các BCL trên mô hình tính toán .....	43
Hình 2. 4 Thiết kế miền tính, lưới môi trường.....	45
Hình 2. 5 Biên tính tỷ lệ Bowen và suất phân chiếu Albedo trên nền ảnh vệ tinh .	45
Hình 2. 6 Hoa gió tổng hợp (thời gian 1/2018-12/2020) tại vị trí dự án .....	47
Hình 2. 7 Hoa gió 4 mùa Xuân, Hạ, Thu, Đông trong khoảng thời gian từ 1/2018-12/2020 .....	48
Hình 2. 8 Tốc độ gió trong thời gian cơ sở từ 1/2018-12/2020 .....	49
Hình 2. 9 Nhiệt độ trung bình các tháng từ T1/2018 – T12/2020 (°C) .....	51
Hình 2. 10 Mức độ phân bố mưa tại khu vực .....	52
Hình 2. 11 Biểu đồ phân bố mưa trong giai đoạn cơ sở T1/2018 -T1/2020 (đơn vị mm/hr).....	52
Hình 2. 12 Bản đồ địa hình khu vực dự án trên miền tính.....	53
Hình 2. 13 Phối cảnh 3D toàn bộ dự án và các vùng lân cận .....	54
Hình 2. 14 Dữ liệu thám phủ bề mặt.....	55
Hình 3. 1 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 1 (tấn/năm) .....	63
Hình 3. 2 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 1 (m <sup>3</sup> /năm).....	63
Hình 3. 3 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 2 (tấn/năm) .....	64
Hình 3. 4 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 2 (m <sup>3</sup> /năm).....	64
Hình 3. 5 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 3 (tấn/năm) .....	65
Hình 3. 6 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 3 (m <sup>3</sup> /năm) .....	65

Hình 3. 7 Kịch bản năm 2023 – Nồng độ Metan trung bình 1h cao nhất (1Hr Rank) .....	68
Hình 3. 8 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ Metan trung bình 1h cao nhất trên nền bản đồ vệ tinh (1Hr Rank 1).....	68
Hình 3. 9 Kịch bản năm 2023 -Nồng độ Metan trung bình 24h cao nhất.....	69
Hình 3. 10 Kịch bản năm 2023- Nồng độ Metan trung bình 1 giờ ở phân vị thứ 99 (99 <sup>th</sup> Percentile) .....	70
Hình 3. 11 Kịch bản năm 2023- Nồng độ Metan trung bình 24 giờ ở phân vị thứ 99 (99 <sup>th</sup> Percentile).....	70
Hình 3. 12 Kịch bản năm 2023 Nồng độ Metan trung bình năm .....	71
Hình 3. 13 Kịch bản năm 2023 -Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình 1 giờ lớn nhất (Rank 1).....	73
Hình 3. 14 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình 24 giờ lớn nhất (Rank 1).....	73
Hình 3. 15 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình 1 giờ lớn phân vị thứ 99 <sup>th</sup> .....	74
Hình 3. 16 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình 24 giờ lớn phân vị thứ 99 <sup>th</sup> .....	74
Hình 3. 17 Kịch bản năm 2023 Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình năm .....	75
Hình 3. 18 Kịch bản năm 2027 – Nồng độ Metan trung bình 1h cao nhất (1Hr Rank 1) .....	76
Hình 3. 19 Kịch bản năm 2027 – Nồng độ Metan trung bình 24h cao nhất... 77	
Hình 3. 20 Kịch bản năm 2027 Nồng độ Metan trung bình năm .....	77
Hình 3. 21 Kịch bản năm 2027 -Nồng độ Metan trung bình 1 giờ ở phân vị thứ 99 (99 <sup>th</sup> Percentile) .....	78
Hình 3. 22 Kịch bản năm 2027- Nồng độ Metan trung bình 24 giờ ở phân vị thứ 99 (99 <sup>th</sup> Percentile).....	78
Hình 3. 23 Kịch bản năm 2027 -Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình 1 giờ lớn nhất (Rank 1).....	79
Hình 3. 24 Kịch bản năm 2027 - Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình 24 giờ lớn nhất (Rank 1).....	79
Hình 3. 25 Kịch bản năm 2027 -Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình 1 giờ lớn phân vị thứ 99 <sup>th</sup> .....	80

Hình 3. 26 Kịch bản năm 2027-Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình 24 giờ lớn phân vị thứ 99th.....	80
Hình 3. 27 Kịch bản năm 2027 Nồng độ H <sub>2</sub> S trung bình năm .....	81
Hình 3. 28 Vị trí có nồng độ ô nhiễm cao nhất.....	82

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. 1 Bảng thành phần các chất khí chủ yếu phát sinh từ BCL.....	8
Bảng 1. 2 Giá trị công suất phát sinh khí metan tiềm năng (k) .....	20
Bảng 1. 3 Tham số công suất tạo khí Metan tiềm năng (L0).....	20
Bảng 2. 1 Bảng tổng hợp lượng rác đã chứa của các BCL (tấn) .....	43
Bảng 2. 2 Vị trí địa giới chi tiết BCL số 1,2,3 .....	43
Bảng 2. 3 Dữ liệu thống kê tốc độ gió từ 1/2018-12/2020 .....	49
Bảng 2. 4 Tổng hợp các thí nghiệm mô phỏng quá trình lan truyền các chất ô nhiễm trong giai đoạn thử nghiệm .....	57
Bảng 3. 1 Tải lượng một số khí thải phát sinh từ BCL tạm số 1 vào năm 2023, 2027 .....	60
Bảng 3. 2 Tải lượng một số khí thải phát sinh từ BCL tạm số 2 vào năm 2023, 2027 .....	61
Bảng 3. 3 Tải lượng một số khí thải phát sinh từ BCL tạm số 3 vào năm 2023, 2027 .....	62
Bảng 3. 4 Bảng so sánh tải lượng khí thải CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S phát sinh tại một số BCL đã công bố trên Thế Giới.....	66
Bảng 3. 5 Tổng hợp nồng độ cao nhất của khí thải trong môi trường dưới tác động của các BCL rác tạm vào thời điểm năm 2023 .....	89
Bảng 3. 6 Tổng hợp nồng độ cao nhất của khí thải trong môi trường dưới tác động của các BCL rác tạm .....	91

## MỞ ĐẦU

Cùng với sự gia tăng dân số, quá trình đô thị hóa và công nghiệp hóa nhanh chóng, khối lượng chất thải rắn đô thị phát sinh đã tăng mạnh trong 30 năm trở lại đây, và chắc chắn sẽ tiếp tục tăng. Hiện tượng nóng lên toàn cầu đang được cả thế giới đặc biệt quan tâm, bởi hàng loạt chất gây ô nhiễm không khí (khí nhà kính, khí gây mùi, PCDD/Fs, kim loại nặng, PM, v.v.) thải ra từ quá trình xử lý và tiêu hủy rác thải đã trở thành một trong những vấn đề được quan tâm hàng đầu. Các nguồn ô nhiễm không khí đáng kể nói trên, làm dấy lên mối lo ngại lớn về tác động bất lợi của chúng đối với chất lượng không khí xung quanh và sức khỏe cộng đồng.

Việc quản lý chất thải này đã trở thành một vấn đề lớn do các hoạt động quản lý chất thải yếu kém. Chất thải rắn (CTR) phát sinh được đổ vào các bãi rác lộ thiên mà hầu như không có bất kỳ sự phân loại và xử lý nào. Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), mêtan (CH<sub>4</sub>) và nitơ oxit (N<sub>2</sub>O) là những khí nhà kính chính được thải ra từ các bãi chôn lấp (BCL) do sự phân hủy sinh học của chất hữu cơ.

Nhiều nghiên cứu chỉ ra rằng tình trạng chất lượng không khí ở vùng lân cận bãi rác, nhằm xác định các ảnh hưởng có thể có của các thông số thời tiết đến sự thay đổi nồng độ các chất ô nhiễm không khí từ bãi rác thải tạm. Chất lượng không khí các thông số được xác định bao gồm NO<sub>2</sub>, lưu huỳnh dioxit (SO<sub>2</sub>), CH<sub>4</sub>, chất hữu cơ dễ bay hơi hợp chất (VOCs), amoniac (NH<sub>3</sub>), và hydro sunfua (H<sub>2</sub>S). Các thông số thời tiết được kiểm tra bao gồm nhiệt độ, độ ẩm tương đối, hướng gió, tốc độ gió,...

Năm 2018, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã có Công văn số 3680/BTNMT-TCMT về việc công bố báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia. Theo đó, cả nước có khoảng 660 BCL chất thải rắn sinh hoạt, nhưng chỉ có 203 BCL hợp vệ sinh, 2/3 các bãi còn lại không đảm bảo các quy chuẩn của Bộ TNMT. Các BCL CTR là một trong số những tác nhân gây ô nhiễm môi trường không khí nghiêm trọng. Thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh là địa danh đã rất quen thuộc với du lịch Việt Nam, và tất yếu của sự phát triển là sự gia tăng chóng mặt về CTR. Điều đó lí giải cho việc hình thành rất nhiều BCL tạm ở thành phố Hạ Long. Để đáp ứng nhu cầu trung chuyển trước khi xử lý, việc hình thành các hố rác tạm là điều cần thiết.

Việc đánh giá chất lượng không khí dựa theo phương pháp trước đây chỉ

mang cấp độ số liệu, tại vị trí lấy mẫu, tuy nhiên ngày nay cùng với sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ mô hình lan truyền ô nhiễm AERMOD và mô hình LandGem đã giúp chúng ta đánh giá một cách tổng quát về bức tranh toàn cảnh vấn đề ô nhiễm. Theo công văn số: 3051/BTNMT-TCMT của Tổng cục môi trường về việc hướng dẫn kỹ thuật xây dựng kế hoạch quản lý chất lượng môi trường không khí cấp tỉnh - về tăng cường kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí hướng dẫn thực hiện việc lựa chọn, áp dụng mô hình khuếch tán để mô phỏng, đánh giá diễn biến chất lượng môi trường không khí theo không gian và thời gian với các kịch bản quản lý chất lượng môi trường không khí khác nhau. Theo đó với quy mô tỉnh, thành phố, một số kiểu mô hình khuếch tán có thể xem xét để lựa chọn áp dụng - AERMOD (U.S. EPA Regulatory Model); Mô hình khuếch tán trạng thái ổn định điều đó chứng tỏ hiệu quả dự báo của mô hình AERMOD.

Mô hình LandGEM (Landfill Gas Emissions Model) của Cơ quan Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (US-EPA) được ứng dụng rộng rãi để tính toán lượng phát thải khí nhà kính từ hoạt động chôn lấp rác thải. Trong đó mô hình AERMOD là mô hình tính toán khả năng lan truyền chất ô nhiễm trong khu không khí, đánh giá được phạm vi ảnh hưởng dựa trên điều kiện khí tượng, địa hình. Từ quy mô BCL, lượng chất thải và kết hợp 2 mô hình này giúp các nhà khoa học cơ quan quản lý nhà nước dự báo được lượng phát thải và phạm vi ảnh hưởng của BCL, từ đó có chính sách quản lý giảm thiểu phù hợp. Để có cái nhìn tổng thể hơn về tác động của một số chất ô nhiễm không khí, về quy mô và phạm vi của các tác động, nhằm đưa ra các giải pháp bảo vệ môi trường có tính tổng thể là cần thiết và cấp bách tôi lựa chọn đề tài: “Dự báo tải lượng và đánh giá sự lan truyền của một số chất ô nhiễm không khí ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ) từ các BCL tạm tại xã Vũ Oai, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh”.

## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

### 1.1 Tổng quan về điều kiện tự nhiên, kinh tế, xã hội khu vực nghiên cứu

#### a. Vị trí địa lí

Thành phố Hạ Long là thành phố tỉnh lỵ, trung tâm văn hóa, kinh tế, chính trị của tỉnh Quảng Ninh, thuộc vùng duyên hải Bắc Bộ.

Thành phố Hạ Long có vị trí địa lý:

Từ 20<sup>0</sup>55' đến 21<sup>0</sup>05' vĩ độ Bắc

Từ 106<sup>0</sup>50' đến 107<sup>0</sup>30' kinh độ Đông



**Hình 1. 1 Vị trí địa lý thành phố Hạ Long**

Thành phố Hạ Long có diện tích 1.119,36 km<sup>2</sup>, dân số năm 2018 là 300.267 người, mật độ dân số đạt 268 người/km<sup>2</sup>.

Xã Vũ Oai là xã thuộc Thành phố Hạ Long có tổng diện tích của toàn xã là 52,3 km<sup>2</sup>, tổng số dân là 1362 người (1999) và mật độ dân số 26 người/km<sup>2</sup> (1999) (Cục Thống kê năm 2020).



**Hình 1. 2 Bản đồ Xã Vĩ Oai nhìn từ vệ tinh**

### **b. Địa hình, địa mạo**

Thành phố nằm dọc theo bờ Vịnh Hạ Long với chiều dài 50 km, cách 19 thủ đô Hà Nội 165 km về phía Tây, thành phố cảng Hải Phòng 60 km về phía Tây Nam, cửa khẩu Móng Cái 184 km về phía Đông Bắc, phía nam thông ra Biển Đông”.

Thành phố Hạ Long có địa hình đa dạng và phức tạp, đây cũng là một trong những khu vực hình thành lâu đời nhất trên lãnh thổ Việt Nam, địa hình ở đây bao gồm cả đồi núi, thung lũng, vùng ven biển và hải đảo, được chia thành 3 vùng rõ rệt gồm có: Vùng đồi núi bao bọc phía bắc và đông bắc, vùng ven biển ở phía nam quốc lộ 18A cuối cùng là vùng hải đảo. Trong đó, vùng đồi núi bao bọc phía bắc và đông bắc, với độ cao trung bình từ 150 mét đến 250 mét, chạy dài từ Yên Lập đến Hà Tu, đỉnh cao nhất là 504 mét. Dãy đồi núi này thấp dần về phía biển, độ dốc trung bình từ 15-20%, xen giữa là các thung lũng nhỏ hẹp. Thứ hai là vùng ven biển ở phía nam quốc lộ 18A, độ cao trung bình từ 0.5 đến 5 mét. Cuối cùng là vùng hải đảo bao gồm toàn bộ vùng vịnh, với gần hòn đảo lớn nhỏ, chủ yếu là đảo đá. Kết cấu địa chất của thành phố Hạ Long chủ yếu là đất sỏi sạn, cuội sỏi, sa thạch, cát sét... ổn định và có cường độ chịu tải cao, từ 2.5 đến 4.5 kg/cm<sup>2</sup>,

thuận lợi cho việc xây dựng các công trình. Khoáng sản chủ yếu là than đá và nguyên vật liệu xây dựng.

Vị trí địa lý của thành phố Hạ Long có nhiều thuận lợi để phát triển kinh tế, xã hội. Với những lợi thế về đường bộ, đường sắt, đường biển, đường sông và cảng biển, đặc biệt cảng khách Hòn Gai, cảng nước sâu Cái Lân cho phép Thành phố giao lưu quan hệ Quốc tế với nhiều nước trên thế giới và các huyện, tỉnh, thành phố trong cả nước. Thành phố Hạ Long có vị trí chiến lược về phát triển kinh tế, an ninh quốc phòng của khu vực và quốc gia.

### **c. Khí hậu**

Hạ Long nằm ở khu vực ven biển, có vùng khí hậu ven biển, có 2 mùa rõ rệt là mùa đông và mùa hè. Nhiệt độ: “Nhiệt độ trung bình hằng năm là 23.7°C.

+ Mùa đông thường bắt đầu từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, nhiệt độ trung bình là 16.7°C rét nhất là 5°C.

+ Mùa hè từ tháng 5 đến tháng 10, nhiệt độ trung bình vào mùa hè là 28.6°C, nóng nhất có thể lên đến 38°C”.

+ Lượng mưa: Lượng mưa trung bình một năm của Hạ Long là 1832 mm, phân bố không đều theo 2 mùa. Mùa hè, mưa từ tháng 5 đến tháng 10, chiếm từ 80- 85% tổng lượng mưa cả năm. Lượng mưa cao nhất vào tháng 7 và tháng 8, khoảng 350mm. Mùa đông là mùa khô, ít mưa, từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau, chỉ đạt khoảng 15-20% tổng lượng mưa cả năm. Lượng mưa ít nhất là tháng 12 và tháng 1, chỉ khoảng từ 4 đến 40 mm.

+ Chế độ gió – bão: Do đặc điểm vị trí địa lý, ở Hạ Long có 2 loại gió: gió mùa Đông bắc và gió Tây nam. Tốc độ gió trung bình năm 2,8 m/s, hướng gió mạnh nhất là Tây nam 45 m/s. Là vùng biển kín, Hạ Long ít chịu ảnh hưởng của các cơn bão lớn, sức gió mạnh nhất là cấp 9. Tuy nhiên những trận mưa bão lớn thường gây ra thiệt hại, đặc biệt là các khu vực ven biển 20.

+ Thủy văn: “Các sông chính chảy qua địa phận Thành phố gồm có các sông Diên Vọng, Vũ Oai, Man, Trới, cả 4 sông này đều đổ vào vịnh Cửa Lục rồi chảy ra vịnh Hạ Long. Riêng sông Míp đổ vào hồ Yên Lập. Các con suối chảy dọc sườn núi phía nam thuộc phường Hồng Gai, Hà Tu, Hà Phong. Cả sông và suối ở thành phố Hạ Long đều nhỏ, ngắn, lưu lượng nước không nhiều. Vì địa hình dốc nên khi có mưa to, nước dâng lên nhanh và thoát ra biển cũng nhanh”. Chế độ thủy triều của vùng biển Hạ Long, chịu ảnh hưởng trực tiếp của chế độ



nhật triều vịnh Bắc Bộ, biên độ dao động thủy triều trung bình là 3.6m. Nhiệt độ nước biển ở lớp bề mặt trung bình là 18.0C đến 30.80C, độ mặn nước biển trung bình là 21.6% (vào tháng 7) cao nhất là 32.4% (vào tháng 2 và 3 hằng năm).

#### **d. Đặc điểm kinh tế-xã hội**

Cơ cấu kinh tế thành phố Hạ Long:

- Thương mại – dịch vụ chiếm 54.1%
- Công nghiệp – Tiểu thủ công nghiệp chiếm 45.1%
- Nông lâm – Thủy sản chiếm 0.8%

Các hoạt động du lịch được đặc biệt quan tâm; nhiều chương trình văn hóa nghệ thuật được tổ chức, nhiều đầu tư về du lịch của các nhà đầu tư lớn được triển khai góp phần đa dạng hóa sản phẩm du lịch. Công tác quản lý môi trường kinh doanh du lịch được duy trì; đồng thời thực hiện các giải pháp nhằm phát triển du lịch bền vững, tạo chuyển biến tích cực về chất lượng du lịch Quảng Ninh nói chung và Hạ Long nói riêng. Nhiều dự án lớn được triển khai và hoàn thiện, tiêu biểu là việc xây dựng và hoàn thiện cao tốc Hạ Long – Vân Đồn, cảng hàng không quốc tế Vân Đồn,... tổ chức thành công nhiều sự kiện như Diễn đàn du lịch ASEAN AFT 2019, Năm du lịch quốc gia và Carnival Hạ Long 2018,... thu hút sự quan tâm của thế giới cũng như khách du lịch.

Hoạt động thương mại phát triển nhanh, cơ sở hạ tầng phục vụ thương mại được đầu tư đưa vào hoạt động, như: Hệ thống chợ truyền thống, siêu thị Metro, Big C, Khu tổ hợp Marine Plaza, Vincom,... Tổng mức bán lẻ hàng hóa và dịch vụ tiêu dùng xã hội tăng bình quân 18,4%/năm. Chống buôn lậu, hàng giả, gian lận thương mại, vệ sinh an toàn thực phẩm được chú trọng. Xúc tiến thương mại, hỗ trợ doanh nghiệp được quan tâm. Giao thông - vận tải có bước phát triển mạnh. Nhiều công trình quan trọng được đầu tư, nâng cấp, đưa vào sử dụng đã kết nối, mở rộng không gian đô thị, nâng cao đời sống nhân dân. Các loại hình vận tải (xe buýt liên tuyến và nội thị, tàu khách thủy, thủy phi cơ,...) phát triển, cơ bản đáp ứng nhu cầu vận chuyển hàng hóa, khách du lịch và đi lại của nhân dân.

#### **1.2 Tình hình ô nhiễm CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S từ các BCL tạm thời trên Thế Giới**

Các BCL chất thải rắn tạm thời là một trong những tác nhân gây ô nhiễm môi trường không khí nghiêm trọng. Các khí thải phát sinh từ BCL chứa rất nhiều loại khí thải khác nhau mà thành phần chính là khí gốc Metan, gốc sunfua và các chất hữu cơ bay hơi khác. Các khí ô nhiễm khuếch tán vào trong môi trường một

cách dễ dàng thông qua nhiều cơ chế khác nhau: khí hậu, địa hình...

Quá trình phân hủy kỵ khí các chất hữu cơ trong BCL đã tạo thành một lượng lớn khí sinh vật như  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , các chất hữu cơ bay hơi,... Nếu không được thu gom để xử lý và tái sử dụng năng lượng, các loại khí trên sẽ gây ô nhiễm nặng nề đến môi trường, đặc biệt là  $\text{CO}_2$  và  $\text{CH}_4$  gây ảnh hưởng đến khí hậu do “Hiệu ứng nhà kính”.

Các phản ứng sinh học trong bãi chôn lấp là nhờ vào hai kết quả như sau của các phản ứng.

- Ổn định thành phần chất hữu cơ có trong rác thải và nhờ vậy sẽ loại trừ khả năng gây ảnh hưởng của chúng.

- Chuyển hoá phần lớn các chất có chứa carbon và protein thành khí, cho phép giảm bớt đáng kể khối lượng và thể tích thành phần hữu cơ.

Cả hai quá trình hiếu khí và kỵ khí thường diễn ra tuần tự trước sau trong một bãi chôn lấp, trong quá trình phân huỷ hiếu khí xảy ra trước quá trình phân huỷ kỵ khí. Mặc dù cả hai quá trình phân huỷ sinh học này đều quan trọng, nhưng phân huỷ kỵ khí gây ra những ảnh hưởng lớn hơn và lâu dài hơn thể hiện thông qua đặc trưng bãi chôn lấp.

Bởi vì nguồn oxy trong bãi chôn lấp sớm cạn kiệt, hầu hết chất hữu cơ dễ phân huỷ cuối cùng sẽ bị phân huỷ kỵ khí. Quá trình phân huỷ kỵ khí sinh học tương tự như quá trình phân huỷ kỵ khí bùn thải. Các vi khuẩn tham gia vào quá trình phân huỷ kỵ khí bao gồm: vi khuẩn kỵ khí tùy nghi và vi khuẩn kỵ khí bắt buộc. Những sản phẩm phân huỷ có thể phân loại thành hai nhóm chính: những acid hữu cơ dễ bay hơi và khí. Hầu hết những acid có mùi khó chịu và các acid béo mạch ngắn. Ngoài những phản ứng hóa học với những thành phần khác acid còn là cơ chất cho vi khuẩn cho vi khuẩn tạo ra khí methane. Hai khí chủ yếu sinh ra  $\text{CH}_4$  và  $\text{CO}_2$ . Những khí ở dạng vết là  $\text{H}_2\text{S}$ , hydrogen ( $\text{H}_2$ ) và nitrogen ( $\text{N}_2$ ).

Bản chất, tốc độ, và mức độ của các quá trình phân huỷ sinh học trong bãi chôn lấp bị ảnh hưởng lớn bởi những nhân tố môi trường có ảnh hưởng lên tất cả các hoạt động của VSV. Bản chất của quá trình phân huỷ sinh học quyết định bản chất của những sản phẩm của quá trình phân huỷ trong những thông số, tốc độ phân huỷ quyết định khoảng thời gian cần thiết phải giám sát bãi chôn lấp sau khi chấm dứt hoạt động và thời gian cần thiết để quá trình phân huỷ ổn định hoàn toàn.

**Bảng 1. 1 Bảng thành phần các chất khí chủ yếu phát sinh từ BCL**

Thành phần	% thể tích khô
CH <sub>4</sub>	45-60
CO <sub>2</sub>	40-60
N <sub>2</sub>	2-5
O <sub>2</sub>	0,1-1,0
Mercaptans, hợp chất chứa lưu huỳnh...	0-1,0
NH <sub>3</sub>	0,1-1,0
C <sub>3</sub> O	0-0,2
H <sub>2</sub>	0-0,2
Các khí khác	0,01-0,6
Tính chất	Giá trị
Nhiệt độ (°F)	100-120
Tỷ trọng	1,02 – 1,06

(Nguồn: Tchobanoglous, et.al,1993)

Nhiều quốc gia đã đặt mục tiêu thu hồi khí CH<sub>4</sub> ở bãi rác trong số các chiến lược giảm thiểu khí nhà kính, vì khí metan là khí nhà kính quan trọng thứ hai sau carbon dioxide. Các câu hỏi chính vẫn liên quan đến tốc độ sản xuất khí metan thực tế trong môi trường thực địa cũng như khối lượng khí CH<sub>4</sub> tương đối được thu hồi, phát thải, bị oxy hóa bởi vi khuẩn methanotrophic, di chuyển ngang hoặc được lưu trữ tạm thời trong khối lượng bãi chôn lấp.

Nhiều nghiên cứu chuyên sâu về chất lượng không khí (CLKK) xung quanh khu vực BCL rác thải đã được thực hiện ở nhiều quốc gia trên thế giới. Các phương pháp đánh giá chủ yếu được sử dụng thông qua số liệu quan trắc, tính toán bằng mô hình hóa. Những năm gần đây, xu hướng đánh giá sử dụng các chỉ số đánh giá tổng hợp CLKK dựa vào các số liệu tính được từ số liệu quan trắc và mô hình khuếch tán ngày càng được công bố rộng rãi. Một số nghiên cứu điển hình tại một số nước phải kể đến là Mỹ, Ấn Độ, Litva...Nội dung nghiên cứu tương đối đa dạng bao gồm những vấn đề về xu thế biến đổi của CLKK, khí độc, xung quanh khu vực BCL đối với sức khỏe con người và hệ sinh thái, xây dựng hệ thống quản lý chất lượng môi trường dựa vào phương pháp mô hình hóa.

Theo [1] lượng khí thải CH<sub>4</sub> và CO<sub>2</sub> từ một bãi rác ở đông bắc Ấn Độ ước

tính bằng cách sử dụng buồng thông lượng từ tháng 9 năm 2015 đến tháng 8 năm 2016. Nghiên cứu này cho thấy tỷ lệ phát thải trung bình của CH<sub>4</sub> và CO<sub>2</sub> là 68 và 92 mg/phút/m<sup>2</sup>. Lượng khí thải cao nhất vào mùa hè trong khi thấp nhất vào mùa đông. Sự biến đổi ngày đêm của lượng phát thải cho thấy lượng phát thải tuân theo xu hướng tương tự như nhiệt độ trong tất cả các mùa. Hệ số tương quan của CH<sub>4</sub> và nhiệt độ mùa hè, gió mùa và mùa đông lần lượt là 0,99; 0,87 và 0,97. Metan đo được trong nghiên cứu này có giá trị tương đương các nghiên cứu khác trên thế giới. Phương pháp (MTM), mô hình IPCC và mô hình phát thải khí bãi rác USEPA (LandGEM) đã được sử dụng để dự đoán lượng phát thải CH<sub>4</sub> trong nghiên cứu. Đặc biệt nghiên cứu này nhấn mạnh tầm quan trọng của thành phần phân hủy sinh học của chất thải và khí tượng, đồng thời chỉ ra những hạn chế của các mô hình phát thải bãi rác được sử dụng rộng rãi.

Một nghiên cứu khác của [2] nhấn mạnh rằng các BCL xếp thứ ba trong số các nguồn khí mê-tan do con người tạo ra trong khí quyển, điều này khiến chúng trở nên quan trọng trong việc tính toán lượng khí CH<sub>4</sub> toàn cầu. Nghiên cứu này có giá trị quan trọng trong việc tìm ra sự phát thải khí metan từ hai BCL ở thành phố Dhaka bằng cách sử dụng các mô hình dự đoán khác nhau cùng với phép đo tại chỗ. Nghiên cứu này cũng đã sàng lọc một phương pháp ước tính phù hợp trong số sáu mô hình dự đoán khí mê-tan nổi tiếng. Phương pháp đo trực tiếp (In-situ) khí CH<sub>4</sub> (CH<sub>4</sub>: 19,02 Gg/năm) và mô hình Land-GEM-V-3.02 (SP1) (CH<sub>4</sub>: 25,95 Gg/năm) cho kết quả ước lượng rất gần.

Rõ ràng chúng ta nhận thấy nồng độ CH<sub>4</sub> phát sinh trong các BCL chiếm ưu thế hoàn toàn. Một nghiên cứu khác của nhóm nhà khoa học ở Iceland đã thực hiện so sánh nồng độ CH<sub>4</sub> đo được thực tế tại BCL và khi họ thực hiện mô hình hóa IPCC FOD khí thải này có sự khác biệt không quá lớn. Theo [3] tỷ lệ phát thải CH<sub>4</sub> trung bình đo được từ các BCL là 32,5 kg CH<sub>4</sub> h<sup>-1</sup> (Fíflholt), 40,8 kg CH<sub>4</sub> h<sup>-1</sup> (Gufunes), 475,4 kg CH<sub>4</sub> h<sup>-1</sup> (bãi rác Álfsnes), 9,8 kg CH<sub>4</sub> h<sup>-1</sup> (Kirkjuferjuháleiga ) và 78,4 kg CH<sub>4</sub> h<sup>-1</sup> (Stekkjárvík). Tại ba BCL(Álfsnes, Fíflholt và Kirkjuferjuháleiga), lượng phát thải theo mô hình cao hơn lượng phát thải đo được theo hệ số từ 1,1 đến 4,8, bỏ qua mọi quá trình oxy hóa CH<sub>4</sub> trong lớp đất phủ. Mặt khác, lượng khí thải đo được tại năm BCL là đại diện cho tất cả rác thải được xử lý ở Iceland từ năm 2007 đến năm 2016, lượng phát thải đo được sẽ được ngoại suy thành 817 kg CH<sub>4</sub> h<sup>-1</sup>, tương đối gần với lượng phát thải quốc

gia theo mô hình là 936 kg CH<sub>4</sub> h<sup>-1</sup> vào năm 2017. Nghiên cứu này cho thấy việc áp dụng mô hình IPCC FOD ở cấp quốc gia là phù hợp để ước tính lượng phát thải CH<sub>4</sub> tại BCL ở Iceland. Nghiên cứu cũng đề xuất được các biện pháp giảm thiểu lượng khí thải CH<sub>4</sub> từ các BCL ở Iceland bằng cách mở rộng hoặc triển khai hệ thống thu gom khí hoặc hệ thống che phủ sinh học để tối ưu hóa quá trình oxy hóa vi sinh vật.

Tại California, một nhóm nghiên cứu gần đây [4] cũng đã đánh giá lượng khí thải CH<sub>4</sub> từ các BCL ở California bằng các phương pháp thử nghiệm, kiểm kê và lập mô hình đồng thời. Thông lượng đo được dao động từ -3,7 đến 828 g/m<sup>2</sup>-ngày và thường giảm từ lớp phủ hàng ngày đến lớp phủ trung gian đến lớp phủ cuối cùng. Lớp phủ đất sét có độ dẻo cao có độ chảy thấp nhất. Lượng phát thải toàn bộ khu vực dao động từ 406 đến 47.414 tấn/năm (11.368 đến 1.327.592 tấn CO<sub>2</sub>-eq./năm) và chủ yếu là các lớp phủ trung gian có diện tích bề mặt tương đối cao. Ước tính lượng phát thải từ các thử nghiệm bù thông lượng và Mô hình kiểm kê khí mêtan tại BCL California (CALMIM) có quá trình oxy hóa là tương tự và thấp, trong khi lượng phát thải từ các phép đo trên không và CALMIM không có quá trình oxy hóa là tương tự và cao. Các phân tích kiểm kê đã cung cấp lượng phát thải trung gian và một mô hình chùm tia Gaussian mới dựa trên các phép đo quang phổ kế vòng xuống khoảng mặt đất đã cung cấp lượng phát thải cao nhất. Và các biện pháp được đưa ra chính là có thể đẩy nhanh tiến độ từ các khu vực che phủ tạm thời đến các khu vực che phủ vĩnh viễn và các lớp phủ bằng vật liệu thô hơn có thể được sửa đổi bằng các hạt nhựa để giảm lượng khí thải.

Các chất thải được phân hủy có thể kéo dài trong nhiều năm vì thành phần chất thải rắn là không đồng nhất. Một số chất thải có tính chất hữu cơ thậm chí có thể tồn tại và không bị biến đổi qua hàng trăm năm. Điển hình như những tờ báo được chôn lấp cách đây 40 năm vẫn có thể đọc được. Chính vì lẽ đó mà BCL được xem như nơi tập hợp của hỗn hợp các chất thải với mức độ phân hủy khác nhau, khiến chúng càng khó kiểm soát hơn.

[5] Hydro sunfua trong khí bãi rác, được hình thành do quá trình phân hủy sinh học của chất thải rắn đô thị, là thành phần có mùi chính trong bãi chôn lấp. Nó tiềm ẩn nguy cơ đối với con người và gây ra các vấn đề về mùi cũng như sự phàn nàn của người dân gần các bãi chôn lấp. Nhiều nghiên cứu đã được tiến hành về chất lượng khí bãi rác. Ngoài ra, nhiều công nghệ kiểm soát H<sub>2</sub>S khác nhau đã

được sử dụng trong các lĩnh vực công nghiệp khác nhau. Tuy nhiên, rất hiếm có đánh giá toàn diện về vấn đề H<sub>2</sub>S trong khí bãi rác. Hiểu biết về sự hình thành H<sub>2</sub>S gặp phải trong khí bãi rác và lượng phát thải tại thời điểm nó xảy ra sẽ giúp đánh giá rủi ro và các vấn đề.

Các bãi chôn lấp là nguồn phát sinh mùi hôi, khí nhà kính, chất ô nhiễm có hại, sâu bệnh, tiếng ồn và rác thải. Để giảm tác động đến các cộng đồng lân cận, các cơ sở chôn lấp phải giảm phát thải các loại khí vi lượng H<sub>2</sub>S và CH<sub>4</sub>. Tuy nhiên, trước tiên cần có sự hiểu biết toàn diện về sự biến đổi không gian của cả hai chất gây ô nhiễm tại các bãi chôn lấp để có được bức tranh rõ ràng về lượng phát thải tại các bãi chôn lấp. Nghiên cứu [6] này đã đo tỷ lệ pha trộn của H<sub>2</sub>S và CH<sub>4</sub> tại hai bãi chôn lấp ở Bang New York (Bãi chôn lấp Fresh Kills và Bãi chôn lấp Seneca Meadows) vào tháng 11 năm 2021 bằng phương pháp dựa trên tia laser được triển khai trong phòng thí nghiệm di động. Thông lượng phát thải H<sub>2</sub>S được ước tính dựa trên tính toán cân bằng khối lượng. Tỷ lệ pha trộn cao nhất của cả H<sub>2</sub>S và CH<sub>4</sub> được đo tại Bãi rác Fresh Kills, lần lượt lên tới 7 phần tỷ (ppb) và ~140 phần triệu (ppm), tuy nhiên các giá trị này dẫn đến tỷ lệ  $\Delta\text{H}_2\text{S}/\Delta\text{CH}_4$  thấp, ở khoảng  $5,2 \pm 2,6 \times 10^{-5} \text{ mol mol}^{-1}$  và dòng phát thải H<sub>2</sub>S là  $0,02 \pm 0,01 \text{ mg m}^{-2} \text{ ngày}^{-1}$ . Tỷ lệ  $\Delta\text{H}_2\text{S}/\Delta\text{CH}_4$  cao nhất được quan sát thấy tại Bãi rác Seneca Meadows là  $8,6 \pm 4,3 \times 10^{-4} \text{ mol mol}^{-1}$  và mang lại ước tính thông lượng phát thải H<sub>2</sub>S là  $17,7 \pm 12,9 \text{ mg m}^{-2} \text{ ngày}^{-1}$ . Sự thay đổi về tỷ lệ pha trộn và tỷ lệ  $\Delta\text{H}_2\text{S}/\Delta\text{CH}_4$  đo được tại các bãi chôn lấp có thể là do nhiều yếu tố khác nhau, bao gồm hoạt động và thiết kế của cơ sở, tuổi bãi chôn lấp, khí tượng, loại chất thải và mức độ pH, nhưng cần phải đo thêm nhiều ngày ở mỗi bãi chôn lấp để xác định cải thiện các ước tính phát thải và xác định lý do chính xác và kiên quyết hơn đằng sau những thay đổi này.

Một nghiên cứu phát sinh H<sub>2</sub>S từ bãi chôn lấp rác đô thị và đánh giá hệ thống ô nhiễm bãi chôn lấp khác [7]. Ở Litva, lượng rác thải đang tăng lên hàng năm. Theo chiến lược quốc gia, tất cả chất thải phải được xử lý tại các bãi chôn lấp mới trong khu vực. Các bãi chôn lấp gây ô nhiễm môi trường với nước rỉ rác, khí bãi rác và mùi hôi. Khí bãi rác bao gồm các hợp chất có mùi và một trong số đó là hydro sunfua (H<sub>2</sub>S). H<sub>2</sub>S có độc tính cao và ảnh hưởng đến hệ thần kinh với ngưỡng thấp. Vì việc tạo ra khí bãi rác và nước rỉ rác đã được nghiên cứu rộng rãi trước nghiên cứu này nên không cần thiết phải cung cấp các nghiên cứu mới về

chúng. Các phép đo về sự tạo ra H<sub>2</sub>S được cung cấp tại bãi rác Jerubaiciai. Đối với các phép đo được sử dụng phương pháp đo “tại chỗ”, các phép đo được cung cấp bằng thiết bị GD/MG 7, tại 51 điểm đo và 2 giếng quan trắc, vào các mùa khác nhau trong năm. Kết quả đo đạc cho thấy, lượng H<sub>2</sub>S thay đổi ở các khu vực bãi chôn lấp khác nhau và trong các mùa khác nhau. Kết quả của mô hình phân tán đạt được với mô hình phân tán AERMOD, được cung cấp trong điều kiện thời tiết yên tĩnh và gió chiếm ưu thế trong phiên đó, tốc độ và hướng mùa đông, trong các mùa khác nhau trong năm cho thấy H<sub>2</sub>S lây lan từ bãi rác ở khoảng cách xa nhất từ khu vực bãi rác trong mùa hè (gần như ở khoảng cách bằng 2,5 km nồng độ H<sub>2</sub>S đều cao hơn nồng độ cao nhất cho phép). Vào mùa thu và mùa xuân, khoảng cách này là 1,5 km và vào mùa đông là 800 m.

Trong quá trình tìm hiểu các nghiên cứu về đánh giá CLKK xung quanh BCL rác thải của các quốc gia trên thế giới, đặc biệt là cách tiếp cận và phương pháp luận xây dựng các mô hình kiểm kê phát thải, mô hình lan truyền chất ô nhiễm, xây dựng chỉ số đánh giá CLKK,... có thể cho thấy rằng đây là các nghiên cứu không còn mới mẻ với các quốc gia phát triển tiên tiến trên thế giới. Tuy nhiên, ở Việt Nam, các nghiên cứu về chỉ số đánh giá CLKK hay kiểm kê phát thải còn hạn chế. Ngoài ra, đánh giá CLKK xung quanh BCL rác thải cho một khu vực đô thị bằng phương pháp mô hình hóa ở Việt Nam nói chung và thành phố Hạ Long nói riêng còn gặp nhiều hạn chế do khó khăn trong việc xây dựng cơ sở dữ liệu phát thải đầu vào.

### **1.3 Tình hình ô nhiễm CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S từ các BCL tạm thời tại Việt Nam**

Việt Nam chúng ta là một đất nước đang phát triển, các ngành công nghiệp, dịch vụ và các hoạt động kinh tế được thúc đẩy phát triển nhanh chóng. Một trong những đô thị phát triển bậc nhất của Việt Nam, là thành phố Hồ Chí Minh, chiếm 6,6 % dân số so với cả nước và 0,6% diện tích, nằm trong vùng kinh tế trọng điểm các tỉnh phía Nam, trung tâm kinh tế của đất nước, tốc độ tăng trưởng kinh tế cao (HCM CityWeb). Cùng với sự phát triển về kinh tế thì khu vực này cũng gặp phải những vấn đề về ô nhiễm môi trường, một trong những nguyên nhân chính của việc ô nhiễm là lượng rác thải tăng lên quá nhanh, đặc biệt là rác thải đô thị mà chưa có những biện pháp xử lý triệt để. Tuy có một nền công nghiệp phát triển nhưng công nghệ lại khá lạc hậu so với thế giới, hiệu suất sản xuất không cao do đó sinh ra lượng chất thải nhiều hơn. Thực tế, các chất thải công nghiệp hầu hết

không được xử lý hoặc nếu có thì với số lượng nhỏ rất nhỏ, đặc biệt các chất thải độc hại được xử lý đơn giản (lưu trữ an toàn) chứ không được xử lý hoàn toàn.

Thành phố Hồ Chí Minh, đô thị lớn của cả nước với mức độ tập trung dân số quá đông thì các hoạt động sống hàng ngày sản sinh ra lượng rác thải vô cùng lớn. Thêm vào đó là việc quản lý rác thải chưa được thực hiện triệt để của chính quyền địa phương. Hiện tượng rác thải không được thu gom thường xuyên; thu gom không hết; rơi vãi rác trên đường vận chuyển gây ô nhiễm môi trường; nhiễm tại nơi tập kết rác, BCL và ảnh hưởng đến sức khỏe và cuộc sống của người dân xung quanh... là hiện trạng đang diễn ra tại thành phố Hồ Chí Minh. Ngoài ra, rác và nước rỉ rác bị rơi vãi trên đường vận chuyển do phương tiện vận chuyển quá lạc hậu cũng làm mất đi vẻ mỹ quan của đô thị.

Ở các nước đang phát triển như Việt Nam, do trình độ khoa học kỹ thuật còn thấp nên việc xử lý rác thải chủ yếu là bằng phương pháp chôn lấp. Hiện tại, ở TP HCM chỉ còn 2 bãi rác hoạt động: Đa Phước (huyện Bình Chánh) và Phước Hiệp (huyện Củ Chi); toàn bộ hơn 6.800 tấn rác thải sinh hoạt thải ra mỗi ngày được đưa về 2 bãi rác này để xử lý. Lượng rác thải tăng nhanh khiến cho tình trạng quá tải tại các bãi chôn lấp, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, ảnh hưởng đến chất lượng cuộc sống của những người dân xung quanh. Rác thải được chôn lấp ngoài trời, không được che lấp cẩn thận, không có các công trình thu gom khí thoát ra từ quá trình phân hủy rác thải, dẫn đến lượng khí thải khổng lồ ra ngoài môi trường. Thành phần chính của hỗn hợp khí này là khí  $\text{CH}_4$ , khí gây nên hiện tượng hiệu ứng nhà kính.

Một nghiên cứu hệ số phát thải các khí ô nhiễm của nhóm tác giả Mai Thị Thu Thảo và cộng sự **đăng trên tạp chí Phát triển KH&CN nghiên cứu** một số BCL ở thành phố Hồ Chí Minh. Nghiên cứu được thực hiện tại bãi chôn lấp (BCL) Phước Hiệp, Đa Phước, Đông Thạnh và Gò Cát trên cơ sở ứng dụng mô hình Giffor –Hanna (1973). Nghiên cứu đã thành công xây dựng được hệ số phát thải các chất ô nhiễm  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$  và Methyl Mercaptane. Dựa trên việc xây dựng cơ sở dữ liệu về độ ẩm, nhiệt độ, vận tốc gió, cấp độ ổn định khí quyển và đo đặc nồng độ các khí thải tại các BCL đã ngưng hoạt động và BCL đang hoạt động. Hệ số phát thải trung bình tính được trên các BCL ngưng hoạt động: BCL Đông Thạnh là  $Q\text{-H}_2\text{S} = 6,04 \text{ mg. m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ,  $Q\text{-CH}_4 = 283,67 \text{ mg. m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ; BCL Gò Cát là  $Q\text{-H}_2\text{S} = 5,35 \text{ mg. m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ,  $Q\text{-CH}_4 = 391,57 \text{ mg. m}^{-2}\text{h}^{-1}$ . Hệ số phát thải



trung bình tính được trên các BCL đang hoạt động: BCL Đa Phước là  $Q\text{-H}_2\text{S} = 55,86 \text{ mg. m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ,  $Q\text{-CH}_4 = 999,56 \text{ mg. m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ; BCL Phước Hiệp là  $Q\text{-H}_2\text{S} = 61,02 \text{ mg. m}^{-2}\text{h}^{-1}$ ,  $Q\text{-CH}_4 = 1583,29 \text{ mg. m}^{-2}\text{h}^{-1}$ . Khí  $\text{H}_2\text{S}$  nặng hơn không khí nên khả năng bốc lên cao thấp, thường tích tụ gần mặt đất và có xu hướng lan rộng ra khỏi BCL theo hướng gió chủ đạo. Đương nhiên, quá trình khuếch tán khí  $\text{H}_2\text{S}$  cũng chậm. Trên BCL Đa Phước nồng độ khí  $\text{H}_2\text{S}$  biến động rất lớn theo thời gian, quá trình phân hủy tạo khí  $\text{H}_2\text{S}$  mạnh.  $\text{CH}_4$  cũng là khí nhẹ hơn không khí nên sự phát tán thay đổi nhiều theo vận tốc gió. Trên BCL Đa Phước, năm 2010 và 2011 lại cho thấy sự tăng vọt nồng độ khí  $\text{CH}_4$  so với năm 2008 và 2009, chứng tỏ sự phân hủy mạnh tạo khí  $\text{CH}_4$  trong giai đoạn này. Vận tốc gió thấp thì sự tập trung khí  $\text{CH}_4$  ở đầu hướng gió, và ngược lại. Khi cách đầu hướng gió khoảng trên 700 – 1000m, khí  $\text{CH}_4$  giảm xuống mức không đáng kể. Khi nồng độ khí  $\text{CH}_4$  cao sẽ có xu hướng giảm chậm hơn theo khoảng cách, nồng độ thấp sẽ có xung hướng giảm đột ngột. Tại BCL Phước Hiệp khí  $\text{H}_2\text{S}$  phân hủy tập trung chủ yếu. Trong các năm kết quả quan trắc nồng độ  $\text{H}_2\text{S}$  gần như tương đương ở bên trong BCL và giảm mạnh khi ra bên ngoài BCL. Vào năm 2010 và 2011, BCL Phước Hiệp cũng có xung hướng phát thải tăng vọt khí  $\text{CH}_4$ . Nồng độ khí  $\text{CH}_4$  trên BCL có xung hướng giảm chậm theo khoảng cách. Nhưng ở khoảng cách bên ngoài BCL nồng độ khí  $\text{CH}_4$  thấp gần như không phát hiện.

Đối với BCL ngưng hoạt động và không có hệ thống thu khí, BCL Đông Thạnh cho thấy sự phát thải khí  $\text{H}_2\text{S}$  rất thấp, chủ yếu tập trung trong BCL, có nhiều vị trí không phát hiện thấy khí  $\text{H}_2\text{S}$ . Nồng độ khí  $\text{H}_2\text{S}$  thấp, loãng thì có xu hướng phát tán ra bên ngoài BCL. Qua các năm quan trắc, khí  $\text{CH}_4$  phát thải trên BCL Đông Thạnh ở mức thấp đều. Ở khoảng cách bên ngoài BCL, nồng độ khí  $\text{CH}_4$  cũng giảm mạnh. Tương tự BCL Đông Thạnh, phát thải khí  $\text{H}_2\text{S}$  rất ít và cũng có xu hướng đạt giá trị cao tại cuối hướng gió. Khi ra đến bên ngoài BCL thì nồng độ khí  $\text{H}_2\text{S}$  là rất nhỏ, gần như không có. BCL Gò Cát có mức phát thải khí  $\text{CH}_4$  cao hơn BCL Đông Thạnh, nhưng cũng giảm thấp khi ở khoảng cách bên ngoài BCL. Nghiên cứu trên đã mang lại các ứng dụng quan trọng của việc xây dựng hệ số phát thải, tính được phân bố nồng độ khí thải trên BCL theo hướng gió chủ đạo nhờ áp dụng mô hình Hanna (1971), là cơ sở khoa học giúp cho các nhà quản lý có thể xác định khoảng cách cách ly hợp vệ sinh giữa BCL và dân cư xung quanh.

Nghiên cứu [8] khí CH<sub>4</sub> được coi là một trong những nguyên nhân chính gây ra sự nóng lên toàn cầu. Định lượng khí thải CH<sub>4</sub> từ các BCL là chủ đề của nhiều nghiên cứu, trong đó đặc biệt nhấn mạnh vai trò của hai thông số: khả năng sinh metan (L<sub>0</sub>), tốc độ sinh metan (k). Qua nghiên cứu này, nhóm tác giả đề xuất một hệ thống tích hợp thông tin môi trường và mô hình toán học có tên là EnLandFill (ENVIRONMENTAL INFORMATION – MODEL INTEGRATION SYSTEM FOR AIR RELEASE AND DISPERSION ƯỚC TÍNH TỪ LANDFILL) cho phép tính toán L<sub>0</sub> từ cơ sở dữ liệu và xác định k tối ưu bằng thực nghiệm. Để thực hiện các tính toán thử nghiệm, dữ liệu khí tượng được trích xuất từ mô hình WRF và được xác minh bằng các phép đo thực tế. Điểm mới của nghiên cứu này nằm ở hệ thống cơ sở dữ liệu suy luận, ngân hàng mô hình toán học, đặc biệt là mô hình phân tán, có tính đến địa hình phức tạp, các yếu tố khí tượng thay đổi theo giờ. EnLandFill được áp dụng cho BCL Phước Hiệp (PHLF) tại Thành phố Hồ Chí Minh như một nghiên cứu điển hình, kết quả đã xác định được lượng khí metan thải ra tương đương 44.094.697,88 m<sup>3</sup>/năm vào năm 2019, EnLandFill được thiết kế để có thể áp dụng cho các BCL tương tự.

Một nghiên cứu khác của nhóm tác giả [9] đề xuất một phương pháp ước tính lượng phát thải khí CH<sub>4</sub> từ các BCL chất thải ở Hà Nội, Việt Nam, như một phần của nghiên cứu điển hình về các thành phố châu Á, được đưa ra dựa trên khảo sát các tài liệu và số liệu thống kê liên quan đến quản lý chất thải, phỏng vấn những người phụ trách và điều tra thực địa tại bãi rác. Ở Hà Nội, hệ thống quản lý chất thải đã được phân tích để đánh giá lượng khí thải CH<sub>4</sub> từ các BCL chất thải. Lượng chất thải để đưa vào BCL được đánh giá, điều tra về dòng chất thải. Thành phần rác thải đô thị đã được khảo sát tại một số quận trong khu vực thành phố Hà Nội và ước tính khối lượng rác thải hữu cơ khó phân hủy đưa vào BCL trong 15 năm qua. Các cuộc khảo sát thực địa về lượng khí thải CH<sub>4</sub> từ các BCL ở các thời gian khác nhau (0,5, 2 và 8 năm) đã được tiến hành và kết quả lượng khí thải CH<sub>4</sub> được ước tính lần lượt là 120, 22,5 và 4,38 ml/phút/m<sup>2</sup>. Tốc độ phản ứng nhanh nhất tạo ra khí CH<sub>4</sub> thu được là 0,51/năm. Lượng khí CH<sub>4</sub> phát thải từ các BCL chất thải được tính toán bằng mô hình phân rã bậc nhất, sử dụng hệ số phát thải và lượng chất thải có thể phân hủy khi được chôn lấp. Theo đó các ước tính về lượng khí thải CH<sub>4</sub> khi sử dụng mô hình phù hợp, tương đồng với các kết quả đo được khi khảo sát thực địa. Các kết quả này đã cho thấy lượng khí thải

mêtan từ các BCL chất thải được ước tính bằng thông tin chính xác và cụ thể theo vùng về dòng chất thải là điều cần thiết để xác định chính xác xu hướng phát thải khí metan từ các BCL chất thải trong quá khứ, hiện tại và tương lai.

Sự phân hủy chất thải rắn đô thị tại các BCL tạo ra các hợp chất sunfua, được coi là một trong những nguồn phát thải mùi chính. Nhóm nghiên cứu [10] đã thực hiện việc lấy mẫu hiện trường tại các bề mặt của các khu vực đang hoạt động, không hoạt động và được phủ đất của một BCL ở miền bắc Trung Quốc để xác định đặc điểm của các hợp chất sunfua. Kết quả cho thấy dimethyl disulfide chiếm ưu thế trong các hợp chất sunfua, chiếm tới 73,6% tổng lượng sunfua được phát hiện. Với nồng độ mùi lớn nhất là 365, diethyl sulfide là hợp chất sulfide đáng kể nhất. Tốc độ phát thải sulfur ước tính trên bề mặt của khu vực hoạt động và khu vực phủ đất là tương tự nhau, và tốc độ phát thải dimethyl disulfide tại Bề mặt của khu vực vận hành lên tới 345,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$ . Dimethyl disulfide có thể được giải phóng khỏi chất thải tươi và nồng độ chuẩn hóa của nó ở độ sâu 0,2 m bên dưới bề mặt hoạt động là 10,4 lần so với ở độ sâu 0,4 m.

Để cung cấp một số hiểu biết sâu sắc về các quá trình liên quan đến phát thải mùi từ môi trường nguồn mạnh, nồng độ các hợp chất lưu huỳnh khử (RSC) trong khí bãi rác (LFG) nhà khoa học [11] đã đo tại hai cơ sở chôn lấp (LF) trong phạm vi ranh giới thành phố nhỏ trong bốn mùa. Các địa điểm LF được điều tra trong nghiên cứu này được phân biệt ở chỗ LF trẻ (cụ thể là YLF) đã được chọn để đại diện cho địa điểm phát thải RSC đang hoạt động, trong khi LF cũ (cụ thể là OLF) được chọn vì phát thải RSC yếu. Thành phần LFG, khi được phân tích đối với một số RSC ( $\text{H}_2\text{S}$ ), methyl mercaptan ( $\text{CH}_3\text{SH}$ ), dimethyl sulfur ( $(\text{CH}_3)_2\text{S}$ ), cacbon disulfua ( $\text{CS}_2$ ) và dimethyl disulfua ( $(\text{CH}_3)_2\text{S}_2$ ), là luôn bị  $\text{H}_2\text{S}$  chiếm ưu thế từ cả hai địa điểm. Giá trị trung bình và SD của  $\text{H}_2\text{S}$  trong YLF được đo là  $139.070 \pm 144.340$  ppb, trong khi giá trị tương ứng của nó trong OLF là  $3,86 \pm 3,41$  ppb. Mức nồng độ phát thải của  $\text{H}_2\text{S}$  được nhận thấy là khác biệt so với các RSC khác, tùy thuộc vào độ lão hóa của LF. Kết quả  $\text{H}_2\text{S}$  cho cả hai địa điểm LF, khi so sánh giữa các mùa, thường được mô tả là sự cải thiện đáng chú ý trong mùa hè so với các mùa khác. Phân tích so sánh về thành phần tương đối giữa RSC và các thành phần LFG khác (chẳng hạn như  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  và VOC) chỉ ra rằng tỷ lệ tương đối của RSC trong giai đoạn LF hoạt động (YLF) lớn hơn đáng kể so với giai đoạn không hoạt động (OLF).

Một nghiên cứu khác [12] nghiên cứu về cơ chế phát sinh H<sub>2</sub>S. Đối tượng lựa chọn là hai nhóm BCL mô phỏng, BCLthông thường (CL) và BCL có tuần hoàn nước rỉ rác (RL), được thiết kế để nghiên cứu các mô hình giải phóng H<sub>2</sub>S trong giai đoạn đầu ổn định bãi chôn lấp. Kết quả cho thấy một lượng lớn H<sub>2</sub>S có thể được giải phóng cùng với sự phân hủy các hợp chất chứa lưu huỳnh. Đặc biệt, lượng phát thải H<sub>2</sub>S có thể được tăng lên nhờ quá trình tuần hoàn nước rỉ rác trong RL do hoạt động của vi khuẩn được tăng cường. Có một lượng lớn sunfat và hàm lượng sunfua thấp trong rác thải được chôn lấp và nước rỉ rác trong giai đoạn đầu của quá trình ổn định bãi chôn lấp. Sản xuất sunfat và sunfua trong nước rỉ rác phụ thuộc vào thể tích nước rỉ rác và nhiệt độ. Tuần hoàn nước rỉ rác có nghĩa là sunfat và sunfua được giữ lại trong bãi chôn lấp, do đó phân phối chúng đồng đều hơn qua rác thải được chôn lấp, làm tăng nguy cơ giải phóng H<sub>2</sub>S.

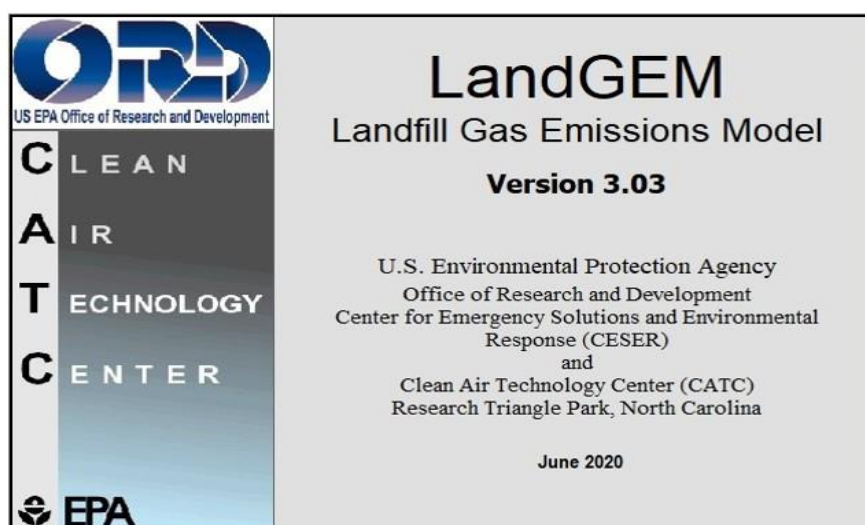
Các kết quả nghiên cứu chưa chỉ ra được rằng khí BCL có ảnh hưởng đến nguồn nước ngầm không. Ảnh hưởng lớn nhất là mùi hôi thối, đặc biệt là gây khó chịu đến công nhân và dân cư khu vực xung quanh. Việc thường xuyên phải hít thở khí từ BCL phát sinh gây ảnh hưởng lớn đến sức khỏe con người. Ngoài ra là sự phát thải khí CH<sub>4</sub> làm tăng hiệu ứng nhà kính. Thứ hai, bãi đổ rác thải là nơi cư trú của các sinh vật gây bệnh. Chúng có chu trình sống ngắn nhưng mức độ sinh sản cao. Cơ thể chủ (con người, vật nuôi) là nguồn mang các tổ chức gây bệnh như vi khuẩn, virus, ký sinh trùng, sán... chúng là nguyên nhân chính của các bệnh về hô hấp, tiêu hoá, mắt và da. Một nghiên cứu về tác động đến sức khỏe của người dân từ BCL Đông Thạnh đối với khu vực dân cư xung quanh dự án đã chỉ ra rằng các bệnh liên quan đến hô hấp, tiêu hoá, mắt và da xảy ra thường xuyên hơn, đặc biệt với những người thu nhặt rác. Thứ 3 là quá trình xử lý nước rỉ rác sinh ra từ BCL cũng làm phát sinh ra một lượng lớn khí CH<sub>4</sub>, nếu không có hệ thống thu gom và xử lý thì lượng khí phát sinh này sẽ tác động đến môi trường. Khả năng làm nóng trái đất của metan (CH<sub>4</sub>) gấp 22 lần so với khí CO<sub>2</sub>. Lượng CH<sub>4</sub> tham gia vào sự nóng lên của trái đất vào khoảng 18%. Ngoài ra kết quả phân tích tại BCL Đông Thạnh, thành phố Hồ Chí Minh đã chứng minh rằng vùng chịu ảnh hưởng lớn nhất là khu vực thuộc phạm vi 500m từ biên bãi chôn lấp. Trong vùng này tất cả các chỉ tiêu ô nhiễm đều phát tán thường xuyên và ảnh hưởng nhiều nhất đến môi trường sống của dân cư trong khu vực. Từ 800m trở ra thì ảnh hưởng ít hơn.

Như vậy, theo xu hướng chung của thế giới, kiểm kê phát thải bắt đầu được sử dụng trong một vài năm trở lại đây nhưng chưa nhiều.

## 1.4 Tổng quan về mô hình mô hình LandGEM và AERMOD

### 1.4.1 Tổng quan về mô hình LandGem

Khí nhà kính từ BCL được ước tính theo mô hình LandGEM (Landfill Gas Emissions Model) của Cơ quan Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (US-EPA). Phiên bản mở rộng hiện nay là LandGEM v-3.03 và được sử dụng tính toán khí nhà kính phát thải ở các BCL CTR tạm tại xã Vũ Oai, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh trong nghiên cứu này. Trong nghiên cứu này chỉ tính đến lượng khí gây mùi phát sinh trong bãi rác từ quá trình phân hủy các chất hữu cơ.



Hình 1.3 Giao diện phần mềm LandGem

Mô hình LandGEM dựa trên phương trình tốc độ phân hủy bậc nhất để định lượng lượng khí thải từ quá trình phân hủy chất thải chôn lấp trong các BCL rác thải đô thị. LandGEM cung cấp cách tiếp cận tương đối đơn giản để ước tính lượng phát thải khí bãi rác. Giá trị mặc định của mô hình dựa trên dữ liệu thực nghiệm từ các BCL của Hoa Kỳ. Dữ liệu thử nghiệm hiện trường cũng có thể được sử dụng thay cho các giá trị mặc định của mô hình khi có sẵn. Chúng ta có thể tìm thêm hướng dẫn về phương pháp kiểm tra EPA, các quy định của CAA và các hướng dẫn khác liên quan đến phát thải khí bãi rác và các yêu cầu công nghệ kiểm soát.

LandGEM được coi là một công cụ sàng lọc - dữ liệu đầu vào càng tốt thì ước tính càng tốt. Thông thường, có những hạn chế đối với dữ liệu sẵn có liên quan đến số lượng và thành phần chất thải, sự thay đổi trong thiết kế và thực

hành vận hành theo thời gian và những thay đổi xảy ra theo thời gian ảnh hưởng đến khả năng phát thải. Những thay đổi đối với hoạt động của bãi chôn lấp, chẳng hạn như vận hành trong điều kiện ẩm ướt thông qua tuần hoàn nước rỉ rác hoặc bổ sung chất lỏng khác, sẽ dẫn đến việc tạo ra nhiều khí hơn với tốc độ nhanh hơn. Các giá trị mặc định để ước tính lượng khí thải cho loại hoạt động này đang được phát triển để đưa vào LandGEM cùng với các giá trị mặc định cho các BCL thông thường để phát triển kiểm kê phát thải và xác định khả năng áp dụng CAA.

Tốc độ phân hủy rác ở BCL lấy CH<sub>4</sub> khí có tính đại diện cho nhóm khí phát thải và HAPs nhóm chất ô nhiễm (H<sub>2</sub>S cũng thuộc nhóm này) làm cơ sở để tính toán mô hình.

LandGEM sử dụng phương trình tốc độ phân hủy bậc nhất sau đây để ước tính lượng khí thải hàng năm trong một khoảng thời gian xác định. Các tham số mô hình k và L<sub>o</sub> được sử dụng bởi phương trình phân rã này được mô tả thêm ở các mục tiếp theo.

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 kL_o \left( \frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{ij}}$$

Trong đó:

Q<sub>CH<sub>4</sub></sub> = lượng khí metan phát sinh hàng năm trong năm tính toán

(m<sup>3</sup> / năm) i = khoảng tăng thời gian 1 năm

n = (năm tính toán) - (năm đầu tiên đổ chất thải) j = khoảng tăng thời gian tính theo 0.1 năm

k = tỷ lệ tạo khí metan (năm<sup>-1</sup>)

L<sub>o</sub> = công suất tạo metan tiềm năng (m<sup>3</sup> / Mg)

M<sub>i</sub> = khối lượng chất thải được chấp nhận trong năm thứ i (Mg)

t<sub>ij</sub> = tuổi của phần thứ j của khối lượng chất thải M<sub>i</sub> được chấp nhận ở năm thứ i .

Các thông số sử dụng cho phần mềm LandGEM được xác định như sau:

*a. Tỷ lệ tạo khí metan (k) của chất thải*

Tỷ lệ tạo metan, k, xác định tỷ lệ tạo CH<sub>4</sub> đối với khối lượng của chất thải trong bãi chôn lấp. Giá trị của k càng cao thì tốc độ tạo metan càng nhanh và sau đó phân rã theo thời gian. Giá trị của k chủ yếu là một hàm của bốn yếu tố:

- pH của khối chất thải, và
- Nhiệt độ của khối chất thải.
- Độ ẩm của khối chất thải,

- Sự sẵn có của các chất dinh dưỡng cho vi sinh vật phân hủy chất thải để hình thành mêtan và carbon dioxide,

Phương pháp EPA 2E (Phương pháp xác định lưu lượng phát sinh khí thải bãi chôn lấp) để xác định giá trị k cụ thể của dữ liệu do người dùng chỉ định. Giá trị k, vì nó được sử dụng trong phương trình tốc độ phân hủy bậc nhất, tính bằng đơn vị 1 / năm hoặc năm<sup>-1</sup>. Năm giá trị k được LandGEM sử dụng được thể hiện trong Bảng 1.2. Các BCL ở khu vực khô cần nằm ở những khu vực nhận được lượng mưa ít hơn 25 inch mỗi năm. Giá trị k mặc định là giá trị k CAA cho các BCL thông thường.

**Bảng 1. 2 Giá trị công suất phát sinh khí metan tiềm năng (k)**

<i>Loại mặc định</i>	<i>Loại bãi rác</i>	<i>Hệ số k</i>
CAA	Thông thường	0.05 (mặc định)
CAA	Khu vực khô ráo	0.02
Kiểm kê	Thông thường	0.04
Kiểm kê	Khu vực khô ráo	0.02
Kiểm kê	Ấm ướt (phản ứng sinh học)	0.7

*b. Công suất tạo khí metan tiềm năng (Lo)*

Công suất tạo khí mêtan tiềm tàng, Lo, chỉ phụ thuộc vào loại và thành phần chất thải được đặt trong bãi chôn lấp. Giá trị Lo càng cao do chất thải có giá trị hàm lượng xenlulozo càng cao. Giá trị của Lo mặc định được LandGEM sử dụng là đại diện cho BCL rác thải đô thị. Giá trị Lo vì được sử dụng trong phương trình tốc độ phân hủy bậc nhất, được đo bằng đơn vị mét khối trên megagram để phù hợp với CAA. Năm giá trị Lo được LandGEM sử dụng được trình bày trong Bảng 1.3. Giá trị Lo mặc định là giá trị CAA Lo cho các BCL thông thường.

**Bảng 1. 3 Tham số công suất tạo khí Metan tiềm năng (L0)**

<i>Loại phát thải</i>	<i>Loại bãi rác</i>	<i>Giá trị Lo (m<sup>3</sup>/Mg)</i>
CAA	Thông thường	170 (mặc định)
CAA	Khu vực khô ráo	170
Kiểm kê	Thông thường	100
Kiểm kê	Khu vực khô ráo	100
Kiểm kê	Ấm ướt (phản ứng sinh học)	96

*c. Nồng độ hợp chất hữu cơ phi metan (NMVOCs)*

Nồng độ NMVOCs trong khí BCL là một hàm số của các loại chất thải trong BCL và mức độ của các phản ứng tạo ra các hợp chất khác nhau từ quá trình phân hủy kỵ khí của chất thải. Nồng độ NMVOCs đo bằng đơn vị phần triệu thể tích (ppmv) và được LandGEM sử dụng chỉ khi lượng phát thải NMVOCs đang được ước tính. Nồng độ NMVOCs cho CAA mặc định là 4.000 ppmv dưới dạng hexan. Nồng độ NMVOCs cho mặc định kiểm kê là 600 ppmv khi không xử lý chất thải nguy hại hoặc không xác định và 2.400 ppmv khi cùng xử lý chất thải nguy hại.

Nồng độ NMVOCs mặc định là giá trị CAA. Phương pháp EPA 25C được khuyến nghị để thu được nồng độ NMVOCs cụ thể tại mỗi địa điểm.

*d. Hàm lượng metan*

Đối với LandGEM, khí bãi rác được giả định là 50% carbon dioxide và 50% metan với các thành phần vi lượng bổ sung của NMOC và các chất ô nhiễm không khí khác. Khi sử dụng LandGEM để tuân thủ CAA, Hàm lượng metan phải được duy trì ở mức 50 phần trăm theo thể tích (giá trị mặc định của mô hình).

Việc tạo ra khí metan được xác định bằng cách sử dụng phương trình tốc độ phân hủy bậc nhất và không bị ảnh hưởng bởi nồng độ khí metan. Tuy nhiên, nồng độ khí metan ảnh hưởng đến việc sản xuất carbon dioxide được tính toán. Việc sản xuất carbon dioxide ( $Q_{CO_2}$ ) được tính toán từ việc sản xuất khí metan ( $Q_{CH_4}$ ) và phần trăm hàm lượng khí metan ( $P_{CH_4}$ ) bằng cách sử dụng công thức:

$$Q_{CO_2} = Q_{CH_4} \times \left\{ \left[ 1 / \left( P_{CH_4} / 100 \right) \right] - 1 \right\}$$

Phương trình trên có thể triển khai như sau:

$$Q_{total} = Q_{CH_4} + Q_{CO_2}$$

$$Q_{CH_4} = Q_{total} \times \left( P_{CH_4} / 100 \right)$$

$$Q_{CO_2} = Q_{total} - Q_{CH_4} = \left[ Q_{CH_4} / \left( P_{CH_4} / 100 \right) \right] - Q_{CH_4}$$

$$Q_{CO_2} = Q_{CH_4} \times \left\{ \left[ 1 / \left( P_{CH_4} / 100 \right) \right] - 1 \right\}$$

Ghi chú:  $Q_{total}$  là tổng lượng các khí thải phát sinh từ bãi rác.



### 1.4.2 Tổng quan về mô hình AERMOD

Mô hình AERMOD được phát triển dựa trên mô hình AERMIC bởi cơ quan khí tượng và cục bảo vệ môi trường Hoa Kỳ. Một nhóm làm việc hợp tác của các nhà khoa học từ AMS và EPA, AERMIC bước đầu đã được hình thành trong năm 1991. Sau đó AERMIC phát triển thành AERMOD. Và được chính thức sử dụng vào ngày 9/12/2005. Kết quả mô phỏng dưới dạng hình ảnh không gian 2 chiều hoặc 3 chiều, giúp người dùng dễ dàng nhận thấy những tác động của khí thải lên nơi khảo sát.

Mô hình AERMOD là một mô hình mô phỏng cụm khí ở trạng thái ổn định. AERMOD là mô hình mô phỏng cụm khí ở trạng thái ổn định. Nó là mô hình thay thế hoàn chỉnh cho mô hình ISC3 (ngoại trừ xử lý vấn đề lắng đọng chất ô nhiễm). Một trong những bước tiến lớn của mô hình là mô tả lớp biên Trái đất (PBL) thông qua cả bề mặt và lớp hòa trộn bên trên. Không giống các mô hình trước đây, AERMOD giải thích tính không đồng nhất của PBL theo phương đứng dựa trên tính toán độ phân tán của nó. Nó chuyển các tham số “trung bình” của PBL trên thực tế thành tham số “hiệu quả” của PBL đồng tính tương đương [13].

So với ISC3, AERMOD hiện đang có các thuật toán mới hoặc được cải tiến [13] để giải quyết các vấn đề sau:

- Sự lan truyền chất ô nhiễm trong cả lớp biên đối lưu và ổn định.
- Sự nổi và di chuyển lên trên của cụm khí.
- Cụm khí xâm nhập vào tầng nghịch đảo trên cao.
- Tính toán biên dạng đứng (vertical profile) của gió, chảy rối và nhiệt độ.
- Lớp biên của đô thị vào ban đêm.
- Xử lý các điểm tiếp nhận trên mọi loại địa hình từ bề mặt đến trên độ cao của cụm khí.
- Xử lý hiệu ứng đường rẽ khí của các tòa nhà (building wake).
- Cải tiến trong mô tả các tham số lớp biên cơ bản.
- Xử lý các đường uốn cong của cụm khí.

Mô hình AERMOD là chữ viết tắt của cụm từ The AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD) được đặc biệt thiết kế để hỗ trợ cho chương trình quản lý của EPA [13]. AERMOD có một chương trình chính là AERMOD và hai bộ tiền xử lý là AERMET (tiền xử lý dữ liệu khí tượng) và AERMAP (tiền xử lý dữ liệu

địa hình).

AERMOD tiếp cận tương đối đơn giản, kết hợp các khái niệm hiện tại về dòng khí và sự phân tán của chất khí trong địa hình phức tạp. Khi thích hợp, luồng khí được mô phỏng theo địa hình hoặc nguồn phát sinh tác động. Cách tiếp cận này đã được thiết kế để dễ thực hiện và sát với thực tế, đồng thời tránh phải phân định giữa các địa hình đơn giản, trung gian và phức tạp, theo yêu cầu của các mô hình quy định khác. Do đó, mô hình AERMOD loại bỏ nhu cầu xác định các chế độ địa hình phức tạp. Tất cả các địa hình được xử lý một cách nhất quán và liên tục, phân chia hợp lý trong điều kiện phân tầng ổn định.

Một trong các cải tiến lớn mà AERMOD mang lại cho mô hình phân tán được áp dụng là khả năng mô tả đặc tính của PBL, thông qua việc chia tỷ lệ bề mặt và lớp hỗn hợp. Mô hình AERMOD xây dựng các biên dạng thẳng đứng của các biến khí tượng cần thiết dựa trên các phép đo và phép ngoại suy bằng cách sử dụng các mối liên quan tương tự (tỷ lệ). Các cấu hình dọc của hướng gió, tốc độ gió, nhiệt độ và gradient nhiệt độ, nhiễu động, được ước tính bằng cách sử dụng dữ liệu quan trắc khí tượng sẵn có. Mô hình AERMOD được thiết kế để chạy với tối thiểu các thông số khí tượng quan trắc được. Để thay thế cho mô hình ISC3, AERMOD hoạt động bằng cách sử dụng dữ liệu có sẵn từ các trạm khí tượng Quốc gia (NWS). Mô hình AERMOD chỉ yêu cầu dữ liệu quan trắc đo được trực tiếp duy nhất về tốc độ gió (đo khoảng từ 70 đến 100m - trong đó 70 là chiều cao tầng nhám bề mặt), nhiệt độ môi trường xung quanh và hướng gió. Giống như mô hình ISC3, AERMOD cũng cần có dữ liệu quan trắc về tỷ lệ độ che phủ của mây. Tuy nhiên, nếu không có mây che phủ (dữ liệu quan trắc khí tượng tại chỗ) thì thay thế bằng các dữ liệu quan trắc nhiệt độ theo chiều dọc (thường là 2 và 10 mét) và phép đo bức xạ mặt trời. Bắt buộc phải có dữ liệu thám không tầng cao đầy đủ vào buổi sáng (rawinsonde) để tính toán chiều cao lớp hỗn hợp đối lưu trong suốt cả ngày. Các đặc tính bề mặt (tỷ lệ Bowen, độ nhám bề mặt, và suất phân chiếu) cũng cần thiết để xây dựng các cấu hình tương tự cho các thông số PBL.

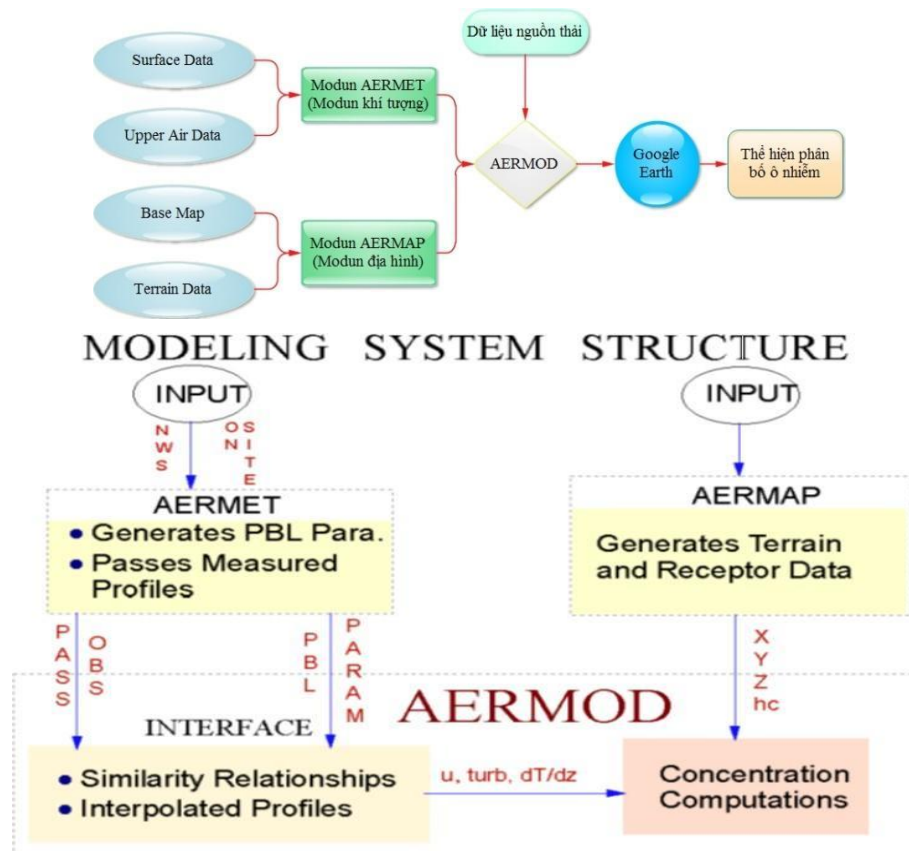
Mô hình AERMOD là một hệ thống tích hợp bao gồm 3 phần:

+ Mô hình phân tán (AERMIC) là trạng thái ổn định thiết kế cho tầm ngắn (lên đến 50km) phân tán của các chất gây ô nhiễm không khí phát thải từ các nguồn công nghiệp;

+ Công cụ khí tượng (AERMET) xử lý các số liệu khí tượng bề mặt trên các tầng khác nhau. Sau đó sẽ tính toán thông số đặc trưng của khí quyển cần thiết của mô hình phân tán, chẳng hạn như không khí hỗn loạn, tầm cao, vận tốc ma sát, và thông lượng nhiệt bề mặt;

+ Công cụ địa hình (AERMAP) có mục đích chính là để thể hiện cho một mối quan hệ vật lý giữa các tính năng địa hình và hoạt động của đám ô nhiễm không khí. Nó tạo ra các dữ liệu và chiều cao cho từng vị trí. Nó cũng cung cấp thông tin cho phép các mô hình phân tán để mô phỏng tác động của không khí.

Khác với các mô hình quy định hiện có, AERMOD giải thích tính không đồng nhất theo chiều dọc của PBL trong các tính toán phân tán bằng cách lấy trung bình các tham số của PBL thành các tham số hiệu dụng của một PBL tương đương. Hình 1.2 cho thấy luồng và xử lý thông tin trong AERMOD. Hệ thống mô hình hóa bao gồm một chương trình chính (AERMOD) và hai bộ tiền xử lý (AERMET và AERMAP). Mục tiêu chính của AERMET là tính toán các thông số lớp biên để AERMOD sử dụng. GIAO DIỆN khí tượng, bên trong AERMOD, sử dụng các tham số này để tạo ra các cấu hình của các biến khí tượng cần thiết. Đồng thời, AERMET chuyển tất cả các dữ liệu khí tượng cho AERMOD.



Hình 1. 4 Sơ đồ cấu trúc mô hình AERMOD

Các đặc điểm lớp bề mặt ở dạng suất phân chiếu (albedo), tỷ lệ Bowen (Bowen ratio) và độ nhám bề mặt (surface roughness length), cùng các dữ liệu tiêu chuẩn quan trắc khí tượng (nhiệt độ, tốc độ gió, hướng gió và mây che phủ), được đưa vào AERMET. AERMET sau đó tính toán các thông số PBL: thang nhiệt độ ( $\theta^*$ ), chiều cao trộn ( $z_i$ ), vận tốc ma sát ( $u^*$ ), chiều dài Monin- Obukhov ( $L$ ), thang vận tốc đối lưu ( $w^*$ ), và thông lượng nhiệt bề mặt ( $H$ ). Các tham số này được chuyển đến thuật toán trung tâm (nằm trong AERMOD) nơi các thuật toán cơ sở (kết hợp với các phép đo) được sử dụng để tính toán các biên dạng thẳng đứng của tốc độ gió ( $u$ ), dao động hỗn loạn theo phương và dọc ( $\sigma_v$ ,  $\sigma_w$ ), gradient nhiệt độ tiềm năng ( $d\theta/dz$ ), nhiệt độ tiềm năng ( $\theta$ ).

Bộ xử lý trước địa hình AERMIC AERMAP sử dụng dữ liệu địa hình được đánh lưới để tính toán độ cao ảnh hưởng đến địa hình đại diện ( $h_c$ ) (hay tỷ lệ độ cao địa hình). Thang đo chiều cao địa hình  $h_c$ , được xác định cho từng vị trí tiếp nhận duy nhất, sử dụng cho tính toán chiều cao đường phân chia. Dữ liệu dạng lưới mà AERMAP cần được chọn từ dữ liệu mô hình độ cao số (DEM). Ngoài ra, AERMAP còn được sử dụng để tạo lưới môi trường tiếp nhận (receptor grids – gọi tắt là lưới môi trường). Độ cao cho mỗi điểm lưới môi trường hoàn toàn được tự động chỉ định thông qua AERMAP. Với mỗi điểm tiếp nhận, AERMAP chuyển các thông tin đến AERMOD như sau: độ cao trên mực nước biển trung bình ( $z_r$ ) và thang độ cao địa hình cụ thể của vị trí tiếp nhận ( $h_c$ ), vị trí của từng điểm ( $x_r$ ,  $y_r$ ).

Các thuật toán cơ sở của mô hình phân tán AERMOD gồm: INTERFACE, AERMET và AERMAP bao gồm:

- + Mô tả đầy đủ về các thuật toán AERMET cung cấp các thông số PBL định lượng theo giờ;
- + Phương trình nồng độ tổng quát với các điều chỉnh cho địa hình;
- + Thuật toán phân tán và độ nâng vệt khói thích hợp cho cả lớp biên đối lưu và ổn định;
- + Xử lý sự không đồng nhất của lớp ranh giới;
- + Các thuật toán để phát triển biên dạng thẳng đứng của các thông số khí tượng cần thiết;
- + Xử lý lớp ranh giới đô thị vào ban đêm;
- + Xử lý dòng khí downwash;

+ Tăng cường sự phân tán xung quanh do sự uốn khúc của dòng khí.

#### 1.4.2. 1 Đặc trưng của mô hình AERMOD

Mô hình AERMOD mô phỏng phân tán dòng khí ở trạng thái ổn định khi giả định rằng nồng độ của khí phân tán ổn định ở tất cả các khoảng cách mô phỏng sử dụng dữ liệu khí tượng trung bình giờ. Giả định trạng thái ổn định này mang lại kết quả mô phỏng sát thực tế vì số liệu thống kê về phân bố nồng độ được quan tâm hơn là nồng độ cụ thể tại các địa điểm và thời điểm cụ thể. AERMOD được thiết kế để xử lý tính toán các tác động ô nhiễm ở cả địa hình bằng phẳng và thậm chí là phức tạp trong cùng một khuôn khổ mô hình. Tuy nhiên, trên thực tế với cấu trúc AERMOD thì không cần đặc điểm địa hình (bằng phẳng, đơn giản hay phức tạp) liên quan đến chiều cao ống thoát khí vì các điểm tiếp nhận ở tất cả các độ cao được xử lý với cùng một phương pháp luận chung. Để xác định dạng của phương trình nồng độ AERMOD, cần mô phỏng đồng thời với dữ liệu địa hình. Trong lớp biên ổn định (SBL), phân bố nồng độ được giả định là Gaussian theo cả phương ngang và thẳng đứng. Phân bố ngang trong lớp biên đối lưu (CBL), được giả định là Gaussian, còn phân bố dọc được mô tả với hàm mật độ xác suất hai chiều Gauss.

Tại những địa hình phức tạp, mô hình AERMOD kết hợp lý thuyết phân tầng khí quyển cho các điều kiện phân tầng ổn định. Khi thích hợp, dòng khí được mô hình hoá chính là kết hợp của hai trường hợp: một dòng khí theo địa hình (phản ứng theo địa hình) và dòng khí nằm ngang (tác động địa hình). Mô hình AERMOD xử lý việc tính toán các tác động ô nhiễm ở cả phức tạp và địa hình bằng phẳng trong cùng một mô hình toán. Tóm lại, trong các dòng khí ổn định, cấu trúc khí quyển 2 tầng được phát triển trong đó lớp dưới vẫn nằm ngang trong khi lớp trên tăng lên để cao hơn bề mặt trên địa hình. Dòng chảy hai lớp, được phân biệt ở độ cao đường phân chia ( $H_c$ ) được chứng minh thông qua các thí nghiệm trong phòng thí nghiệm [14]. Ở điều kiện trung tính và không ổn định  $H_c = 0$ .

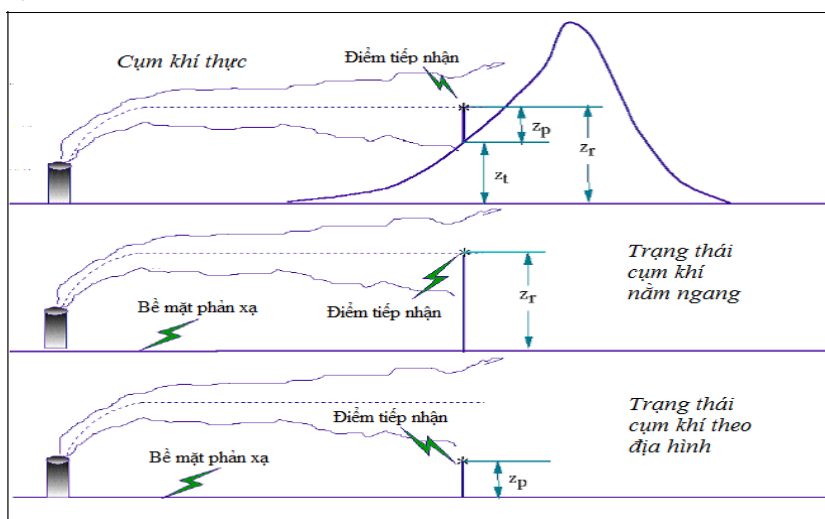
Tại các khu vực thành thị, mô hình AERMOD sẽ xác định bản chất phân tán của lớp biên đối lưu hình thành trong điều kiện ban đêm thông qua sự hỗn loạn so với lớp biên ở vùng nông thôn liền kề, ổn định. Theo [15] sự hỗn loạn khí quyển là kết quả của thông lượng nhiệt đô thị và tầng khí quyển hỗn hợp do ước tính từ chênh lệch nhiệt độ 1 đô thị.

Tóm lại, AERMOD được áp dụng cho hầu hết các địa hình, vùng nông thôn, thành thị, bằng phẳng, phức tạp và các loại nguồn thải như nguồn điểm, nguồn đường, nguồn diện tích. Kết quả mô phỏng dưới dạng hình ảnh không gian 2 chiều, 3 chiều, giúp người dùng dễ dàng nhận thấy những tác động của khí thải lên nơi khảo sát [16].

#### 1.4.2.2 Phương trình phân tán chủ đạo của AERMOD

Mô hình AERMOD mô phỏng sự lan truyền của khí thải là sự kết hợp của hai trường hợp giới hạn sau: dòng khí bám theo địa hình và dòng khí ngang (tác động địa hình). Bởi vậy trong tất cả các tình huống, tổng nồng độ khí thải tại một điểm bị giới hạn bởi các tính toán nồng độ từ các trường hợp này.

Ở địa hình bằng phẳng, hai trạng thái này là tương tự nhau. Dựa vào sự kết hợp khái niệm về độ cao hợp lý phân chia, ở địa hình cao, tổng nồng độ của AERMOD được tính bằng tổng trọng số của các nồng độ liên quan đến hai trường hợp giới hạn này. Bộ tiền xử lý dữ liệu địa hình AERMOD (AERMAP) sử dụng dữ liệu địa hình đã được lưới hoá để tính toán độ cao đại diện ảnh hưởng bởi địa hình ( $h_c$ ) cho từng điểm tiếp nhận mà tại vị trí đó AERMOD sẽ tính toán các giá trị  $H_c$  cụ thể của điểm tiếp nhận. Thông qua cách tiếp cận này, AERMOD xử lý việc tính toán các tác động ô nhiễm ở cả địa hình cao và địa hình bằng phẳng trong cùng một mô hình toán, từ đó loại bỏ sự cần thiết phải phân biệt giữa các công thức cho địa hình đơn giản và phức tạp (theo yêu cầu của các mô hình quy định trước đây).



**Hình 1.5** Cách tiếp cận hai trạng thái của mô hình AERMOD

Công thức tính trọng số yêu cầu tính  $H_c$  (độ cao đường phân khí tới hạn).

Sử dụng  $h_c$  (chiều cao địa hình tại điểm tiếp nhận) từ bộ tiền xử lý AERMAP, ta tính  $H_c$ :

$$\frac{1}{2}u^2\{H_c\} = \int_{H_c}^{h_c} N^2(h_c - z) dz$$

Trong đó

$u^2\{H_c\}$ : Vận tốc gió tại độ cao  $H_c$

$$\frac{1}{2}u^2\{H_c\} = \int_{H_c}^{h_c} N^2(h_c - z) dz \quad u\{H_c\}: N = \left[\frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial z}\right]^{\frac{1}{2}}: \text{phân bố Brunt-Vaisala}$$

$h_c$ : Độ cao địa hình ảnh hưởng dòng khí nhiều nhất tại lân cận điểm tiếp nhận

Trọng số của hai trạng thái cụm khí phụ thuộc vào mối quan hệ giữa  $H_c$  và nồng độ đóng góp vào tổng nồng độ theo phương đứng tại vị trí điểm tiếp nhận. Giả sử vận tốc gió tăng theo độ cao, khi đó  $H_c$  sẽ là độ cao ở tầng khí quyển ổn định nơi mà dòng khí có đủ năng lượng động lực để vượt qua sự phân tầng và độ cao của địa hình.

Trọng số trạng thái cụm khí được tính theo công thức :

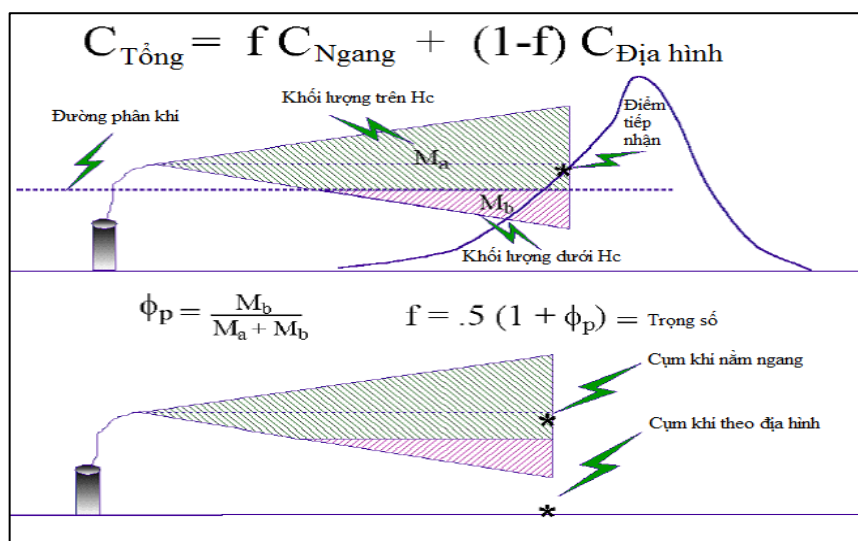
$$f = 0,5(1 + \varphi_p)$$

Tỉ lệ khối lượng cụm khí dưới  $H_c$  được tính như sau:

$$\varphi_p = \frac{\int_0^{H_c} C_S\{x_r, y_r, z_r\} dz}{C_S\{x_r, y_r, z_r\} dz}$$

$$\varphi_p = \frac{\int_0^{H_c} C_S\{x_r, y_r, z_r\} dz}{\int_0^{\infty} C_S\{x_r, y_r, z_r\} dz} = \frac{\text{Khí lng cm khí di } H_c}{\text{Tng khí lng}}$$

Khi cụm khí dưới độ cao  $H_c$  ( $\varphi_p = 1, f = 1$ ), nồng độ chỉ được xác định theo cụm khí nằm ngang. Khi cụm khí hoàn toàn nằm trên độ cao đường phân khí tới hạn hay khí quyển trung hòa hoặc đối lưu,  $\varphi_p = 0, f = 0,5$ .



**Hình 1. 6** Cụm khí tức thời và cụm khí trung bình chung trong CBL

Công thức chung cũng có thể được viết lại dưới dạng:

$$C\{x, y, z\} = \left(\frac{Q}{\tilde{u}}\right) P_y\{y; x\} P_z\{z; x\}$$

**Q:** Vận tốc phát thải

**$\tilde{u}$ :** Vận tốc gió hiệu quả

**$P_y; P_z$ :** Đóng góp nồng độ lần lượt theo phương bên và phương đứng

AERMOD giả định phân bố Gauss cho đóng góp nồng độ phương bên và phương đứng trong SBL, phương bên cho CBL. Phương đứng trong CBL không có phân bố Gauss đối với phân bố vận tốc đứng ở các tầng hòa trộn đối lưu.

AERMOD mô phỏng 5 loại cụm khí khác nhau: trực tiếp, gián tiếp, xâm nhập, phun, ổn định.

Trong điều kiện đối lưu ( $L < 0$ ), phân bố ngang vẫn là phân bố Gauss, còn phân bố đứng là sự kết hợp của ba loại cụm khí:

- Cụm khí trực tiếp trong tầng hòa trộn lúc đầu không tương tác với lớp trên cùng của tầng hòa trộn
- Cụm khí gián tiếp trong tầng hòa trộn bay lên cao và lúc đầu có xu hướng “đánh văng lên” (loft) gần lớp trên cùng của tầng hòa trộn
- Cụm khí xâm nhập được thải vào tầng hòa trộn nhưng do tính chất nổi nó xâm nhập vào tầng ổn định trên cao.

Trong điều kiện đối lưu, AERMOD cũng giải quyết một trường hợp đặc biệt là nguồn thải phun nơi mà đỉnh ống khói (hay độ cao phát thải) lớn hơn độ cao hòa trộn. Nguồn thải phun sẽ được mô phỏng như cụm khí trong điều kiện



ổn định, tuy nhiên sự ảnh hưởng của chầy rỗi và gió trong tầng hòa trộn được tính toán đồng nhất như cụm khí đi ngang qua tầng hòa trộn để đến điểm tiếp nhận.

AERMOD giải thích sự biến thiên phương đứng của khí tượng thông qua các giá trị hiệu quả như vận tốc gió, sự hòa trộn và tỉ lệ thời gian Lagrangian. Do là mô hình mô phỏng cụm khí trạng thái ổn định, AERMOD sử dụng những giá trị đơn của mỗi biến khí tượng để thể hiện trạng thái lớp phân tán cho mỗi khoảng thời gian mô phỏng (điển hình là 1 giờ). Cụ thể, các tham số hiệu quả được xác định dựa trên các giá trị trung bình từ bản mô tả dữ liệu thời tiết trong lớp giữa trung tâm cụm khí là điểm tiếp nhận. Các biến và tham số hiệu quả được kí hiệu

thêm dấu “ $\sim$ ” trên đầu.

Nồng độ từ nguồn thải trực tiếp:

$$C_d\{x_r, y_r, z\} = \frac{Qf_b}{\sqrt{2\pi\tilde{u}}} F_y \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{zj}} \left[ \exp\left(-\frac{(z - \Psi_{dj} - 2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + \Psi_{dj} + 2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}\right) \right]$$

$$\Psi_{dj} = h_s + \Delta h_d + \frac{w_j x}{u}$$

Nồng độ từ nguồn thải gián tiếp:

$$C_r\{x_r, y_r, z\} = \frac{Qf_p}{\sqrt{2\pi\tilde{u}}} F_y \sum_{j=1}^2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{\lambda_j}{\sigma_{zj}} \left[ \exp\left(-\frac{(z + \Psi_{dj} - 2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z - \Psi_{dj} + 2mz_i)^2}{2\sigma_{zj}^2}\right) \right]$$

Nồng độ từ nguồn thải xâm nhập:

$$C_p\{x_r, y_r, z\} = \frac{Q(1-f_p)}{\sqrt{2\pi\tilde{u}\sigma_{zp}}} F_y \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[ \exp\left(-\frac{(z - h_{ep} - 2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zp}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + h_{ep} + 2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zp}^2}\right) \right]$$

Dự đoán nồng độ trong SBL:

Đối với điều kiện cố định, nồng độ tuân theo phân bố Gauss, điều này tương tự như nhiều mô hình mô phỏng cụm khí trạng thái ổn định khác:

$$C_s\{x_r, y_r, z_r\} = \frac{Q}{\sqrt{2\pi}\tilde{u}\sigma_{zs}} F_y \sum_{m=-\infty}^{\infty} \left[ \exp\left(-\frac{(z-h_{es}-2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h_{es}+2mz_{ieff})^2}{2\sigma_{zs}^2}\right) \right]$$

$$z_{ieff} = \text{MAX}[(h_{es} + 2, 15\sigma_{zs}\{h_{es}\}; z_{im})]$$

Xử lý các đường uốn cong cụm khí mặt bên:

Đối với cụm khí dính liên kết chặt chẽ, hàm phân bố ngang cũng là phân bố Gauss:

$$F_{yc} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \exp\left(\frac{-y^2}{2\sigma_y^2}\right)$$

Trong đó  $\sigma_y$  là tham số phân tán bên

Ước lượng hệ số phân tán:

Tổng hệ số phân tán không bao gồm hiện tượng building downwash được tính toán trong công thức chung như sau:

$$\sigma_{y,z}^2 = \sigma_{ya,za}^2 + \sigma_b^2$$

Trong đó, kí hiệu y,z được loại bỏ khỏi  $\sigma_b$  vì giả định  $\sigma_{yb} = \sigma_{zb}$

Phân tán từ sự chảy rối không khí xung quanh:

Phân tán bên từ sự chảy rối không khí xung quanh

$$\sigma_{ya} = \frac{\tilde{\sigma}_v x}{\tilde{u} \left(1 + \frac{x/\tilde{u}}{2T_{Ly}}\right)^P}$$

$$\sigma_{ya} = \frac{\tilde{\sigma}_v x}{\tilde{u} (1 + \alpha X)^P}$$

$$\alpha = 78 \frac{Z_{PG}}{Z_{max}}$$

Phân tán đứng từ sự chảy rối không khí xung quanh

$$\sigma_{zas} = \left(1 - \frac{h_{es}}{z_i}\right) \sigma_{zgs} + \left(\frac{h_{es}}{z_i}\right) \sigma_{zes}$$

Thành phần phân tán nội (BID) của  $\sigma_y$  và  $\sigma_z$

$$\sigma_b = \frac{0,4\Delta h}{\sqrt{2}}$$

$\Delta h$ : Độ tăng chiều cao của cụm khí phù hợp với từng loại cụm khí (trực tiếp, gián tiếp, xâm nhập và ổn định).  $\Delta h_d$  (trực tiếp),  $\Delta h_s$  (ổn định) được hướng dẫn tính phía sau.  $\Delta h_p = h_{ep} - h_s$  (xâm nhập).

Giải quyết hiện tượng dòng khí hạ xuống do ảnh hưởng của các tòa nhà (building downwash):

$$C_{total} = \gamma C_{prime} + (1 - \gamma) C_{AERMOD}$$

Trong đó

$C_{prime}$ : là nồng độ ước lượng từ thuật toán PRIME với đầu vào khí tượng từ AERMOD: là nồng độ ước lượng từ AERMOD mà không tính hiệu ứng đường rẽ khí của các tòa nhà (building wake).

Trọng số  $\gamma$  giảm theo hàm e mũ với khoảng cách đứng, bên và cuối gió từ đường rẽ khí. Nó được tính từ tính toán PRIME như sau:

$$\gamma = \exp\left(\frac{-(x - \sigma_{xg})^2}{2\sigma_{xg}^2}\right) \exp\left(\frac{-(y - \sigma_{yg})^2}{2\sigma_{yg}^2}\right) \exp\left(\frac{-(z - \sigma_{zg})^2}{2\sigma_{zg}^2}\right)$$

Tính toán độ nâng cụm khí trong AERMOD

Độ nâng cụm khí trong CBL:

Nguồn trực tiếp:

$$\Delta h_d = \left(\frac{3F_m x}{\beta_1^2 u_p^2} + \frac{3}{2\beta_1^2} \frac{F_b x^2}{u_p^2}\right)^{\frac{1}{3}}$$

Nguồn gián tiếp:

$$\Delta h_i = \left(\frac{2F_b z_i}{\alpha_r u_p r_y r_z}\right)^{\frac{1}{2}} \frac{x}{u_p}$$

Nguồn xâm nhập:

$$h_{ep} = \frac{h_s + z_i}{2} + 0,75\Delta h_{ep}$$

Độ nâng cụm khí trong SBL:

$$\Delta h_s = 2,66 \left(\frac{F_b}{N^2 u_p}\right)^{\frac{1}{3}} \left[\frac{N' F_m}{F_b} \sin\left(\frac{N' x}{u_p}\right) + 1 - \cos\left(\frac{N' x}{u_p}\right)\right]^{\frac{1}{3}}$$

Mô tả nguồn phát thải:

AERMOD cho phép người dùng mô tả nguồn phát thải là nguồn điểm, diện hay thể tích. Ngoài ra, mô hình còn có khả năng mô tả các nguồn phát thải có hình dạng phức tạp, bất quy tắc.

Nguồn điểm được mô tả chính xác tương tự như mô hình ISC3 (Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ năm 1995). Dữ liệu đầu vào bao gồm vị trí, cao độ, tốc độ phát thải, độ cao ống khói, nhiệt độ khí phát thải, vận tốc thoát khí và đường kính trong của ống khói. Nhiệt độ, vận tốc thoát khí, đường kính được sử dụng để tính

toán độ nâng cụm khí.

Nguồn thể tích cũng yêu cầu những dữ liệu đầu vào tương tự như mô hình ISC3. Các dữ liệu đó là vị trí, cao độ (tùy chọn), độ cao phát thải, tốc độ phát thải, kích cỡ cụm khí bên ban đầu ( $\sigma_y$ ) và kích cỡ cụm khí đứng ban đầu ( $\sigma_z$ ). AERMOD khác ISC3 ở việc thêm bình phương cho công thức tính kích cỡ cụm khí:

$$\sigma_y^2 = \sigma_{yl}^2 + \sigma_{yo}^2$$

Trong đó

$\sigma_{yo}$ : Kích cỡ cụm khí nằm ngang ban đầu

$\sigma_{yl}$ : Kích cỡ cụm khí trước khi tính toán kích cỡ ban đầu

$\sigma_y$ : Kích cỡ cụm khí kết quả sau khi tính toán kích cỡ ban đầu

Nguồn diện được phát triển từ quy trình sẵn có của mô hình ISC3. Ngoài dữ liệu đầu vào là hình vuông hay hình chữ nhật, nguồn diện còn có thêm hình tròn hay đa giác. Đa giác tối đa lên đến 20 đỉnh. Hình tròn được xác định bằng vị trí tâm và bán kính. Mô hình AERMOD sử dụng thông tin này để tạo ra một đa giác 20 cạnh gần tròn tương đương cùng diện tích hình tròn. Như ISC3, AERMOD cũng cho phép tính toán chu kì bán rã đơn giản.

#### 1.4.2.3 Module AERMET

##### a. Xử lý dữ liệu AERMET

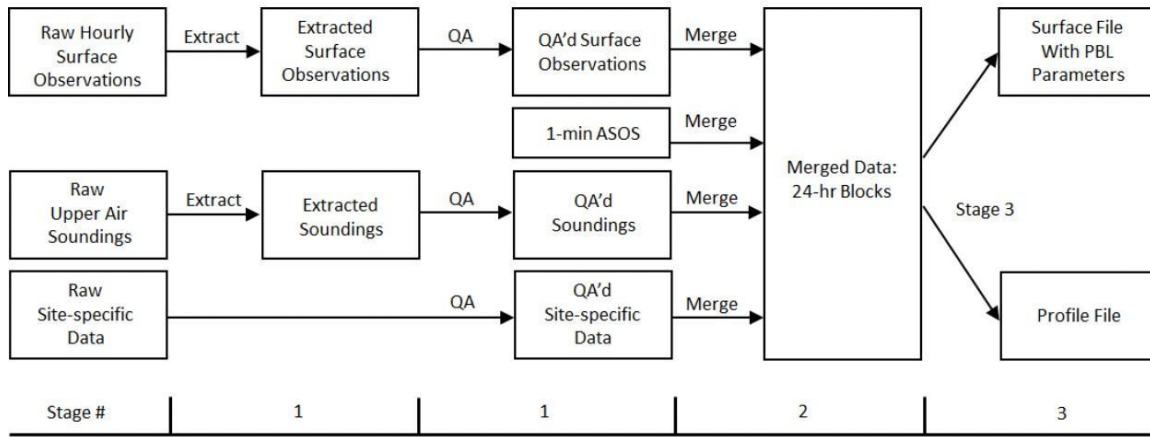
Module AERMET được cho là xử lý 3 loại dữ liệu sau:

+ Dữ liệu quan trắc bề mặt hàng giờ do cơ quan khí tượng Quốc gia (Ví dụ NWS của US) hoặc cục Hàng không thu thập hàng giờ tại các sân bay (Ví dụ FAA của US);

+ Dữ liệu quan trắc thám không trên cao, tần suất quan trắc hai lần mỗi ngày;

+ Dữ liệu thu thập được tại chỗ hay tại địa điểm cụ thể hay dữ liệu khí tượng tiên lượng được xử lý thông qua một bộ xử lý (Ví dụ Giao diện Mô hình Mesoscale (MMIF)).

Dữ liệu sẽ được xử lý trong ba bước riêng biệt, mỗi bước được yêu cầu chạy độc lập với chi tiết từng bước.



**Hình 1. 7 Sơ đồ quá trình xử lý dữ liệu của AERMET**

Đầu tiên là trích xuất dữ liệu bề mặt và không khí từ các tệp dữ liệu quan trắc. Tại bước 1 này, chất lượng của dữ liệu thám không, dữ liệu bề mặt, và địa điểm cụ thể đồng thời được đánh giá. Bước thứ hai là hợp nhất và kết hợp thám không và dữ liệu bề mặt thành các khoảng thời gian hoặc khối 24 giờ riêng biệt. Bước cuối cùng, dữ liệu hợp nhất sẽ được tính toán các thông số lớp biên theo yêu cầu của AERMOD và hai tệp dữ liệu khí tượng có thể sử dụng trực tiếp trong AERMOD.

*b. Trường dữ liệu được sử dụng*

Nhằm cung cấp dữ liệu khí tượng cho mô hình AERMOD, module AERMET sử dụng các trường dữ liệu khí tượng như sau:

- Tỷ lệ tốc độ đối lưu,  $w^*$  (m/s)
- Thông lượng nhiệt ( $W/m^2$ )
- Tốc độ ma sát bề mặt,  $u^*$  (m/s)
- Tỷ lệ giảm nhiệt độ trên tầng hỗn hợp (K/m)
- Độ dài bề mặt nhám,  $z_0$  (m)
- Độ dài Monin-Obukhov Length,  $L$  (m)
- Chiều cao tầng đối lưu (m)
- Chiều cao tầng đối lưu cơ học (m)
- Suất phân chiếu Albedo
- Tốc độ gió quan trắc (m/s)
- Hướng gió quan trắc (degrees)
- Độ cao quan trắc dữ liệu gió (m)
- Nhiệt độ ngoài trời (K)

- Độ cao quan trắc nhiệt độ ngoài trời (m)
- Tỷ lệ Bowen
- Áp suất bề mặt (mb)
- Lượng mưa/giờ (mm)
- Độ ẩm tương đối (%)
- Mức độ che phủ mây (tenths)

### ***1.5 Ứng dụng của mô hình AERMOD và LandGEM trong đánh giá sự lan truyền các chất ô nhiễm***

Một nghiên cứu [2] Các BCL xếp thứ ba trong số các nguồn khí mê-tan do con người tạo ra trong khí quyển, điều này khiến chúng trở nên quan trọng trong việc tính toán ngân sách khí mê-tan toàn cầu. Nghiên cứu này có giá trị quan trọng trong việc tìm ra sự phát thải khí metan từ hai BCL ở thành phố Dhaka bằng cách sử dụng các mô hình dự đoán khác nhau cùng với phép đo tại chỗ. Nghiên cứu này đã sàng lọc một phương pháp ước tính phù hợp trong số sáu mô hình dự đoán khí mê-tan nổi tiếng. Phương pháp đo trực tiếp (In-situ) khí mê-tan (mê-tan: 19,02 Gg/năm) và mô hình Land-GEM-V-3.02 (SP1) (mê-tan: 25,95 Gg/năm) cho kết quả ước lượng rất gần. Như vậy, mô hình SP1 có thể phù hợp để dự đoán khí metan từ các bãi rác ở Bangladesh.

Theo [1] lượng khí thải CH<sub>4</sub> và CO<sub>2</sub> từ một bãi rác ở đông bắc Ấn Độ được ước tính nhờ sử dụng buồng thông lượng từ tháng 9 năm 2015 đến tháng 8 năm 2016. Tỷ lệ phát thải trung bình của CH<sub>4</sub> và CO<sub>2</sub> là 68 và 92 mg/phút/m<sup>2</sup>. Lượng khí thải cao nhất vào mùa hè trong khi thấp nhất vào mùa đông. Sự biến đổi ngày đêm của lượng phát thải cho thấy lượng phát thải tuân theo xu hướng tương tự như nhiệt độ trong tất cả các mùa. Hệ số tương quan của CH<sub>4</sub> và nhiệt độ mùa hè, gió mùa và mùa đông lần lượt là 0,99; 0,87 và 0,97. CH<sub>4</sub> đo được trong nghiên cứu này nằm trong phạm vi của các nghiên cứu khác trên thế giới. Phương pháp tam giác sửa đổi (MTM), mô hình IPCC và mô hình phát thải khí bãi rác USEPA (LandGEM) đã được sử dụng để dự đoán lượng phát thải CH<sub>4</sub> trong năm nghiên cứu. Nghiên cứu này nhấn mạnh tầm quan trọng của thành phần phân hủy sinh học của chất thải và khí tượng, đồng thời chỉ ra những hạn chế của các mô hình phát thải bãi rác được sử dụng rộng rãi.

Hay như [17] cho rằng quá trình phân hủy sinh học kỵ khí của chất thải rắn đô thị tạo ra một lượng lớn chất gây ô nhiễm không khí. Vì vậy, điều quan trọng

là phải ước tính chất lượng và số lượng chất khí ô nhiễm phát thải từ các BCL trên toàn thế giới. Mục đích của nghiên cứu này là dự đoán lượng khí metan, carbon dioxide, carbon monoxide và các hợp chất hữu cơ không chứa metan thải ra từ bãi rác Shahrekord, Iran. Mô hình LandGEM do Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ giới thiệu đã được sử dụng để dự đoán lượng khí nói trên. Ngoài ra, mô hình AERMOD View còn được sử dụng để ước tính mức độ phát tán các chất ô nhiễm phát thải từ bãi rác Shahrekord vào khí quyển. Dữ liệu đo lường, yêu cầu cơ bản nhất để các mô hình hoạt động, được thu thập từ Tổ chức Khí tượng Cộng hòa Hồi giáo Iran. Kết quả cho thấy lượng khí metan, carbon dioxide, carbon monoxide và các hợp chất hữu cơ không chứa metan tối đa sẽ được thải ra từ bãi rác Shahrekord vào năm 2021. Người ta cũng tính toán chi tiết rằng 114 triệu m<sup>3</sup> khí metan sẽ được thải ra từ năm 1997 đến năm 2023, với tiềm năng phát điện 188100MW. Mô hình phát tán chất ô nhiễm vào khí quyển cho thấy nồng độ chất ô nhiễm do BCL phát thải nằm trong mức cho phép tại thành phố Shahrekord.

Tại Panama, nhóm nghiên cứu [18] nghiên cứu lượng khí thải từ bãi rác và các rủi ro liên quan đến môi trường và sức khỏe ở Thành phố Panama, nhằm mục đích nâng cao nhận thức của người dân về tác hại của việc tiêu thụ tài nguyên vô trách nhiệm và việc tạo ra chất thải rắn không chủ ý mà nó được xử lý một cách không kiểm soát tại các bãi chôn lấp. Dữ liệu thực nghiệm về Cerro Patacón, bãi rác của Thành phố Panama được thu thập để mô tả hiện trạng xử lý rác thải đô thị. Mười mô hình tạo khí metan đã biết đã được sử dụng để ước tính tốc độ phát thải khí metan hàng năm từ bãi rác trong khoảng thời gian 100 năm bắt đầu từ khi thành lập vào năm 1986. Từ các mô hình được sử dụng, mô hình GasSIM đã được chọn để ước tính tốc độ phát thải của sáu mô hình dài hạn, chất gây ô nhiễm không khí nguy hiểm. Mô hình phân tán nguồn AERMOD được sử dụng để mô phỏng sự phân tán nguồn theo hướng gió trong khí quyển theo mức độ tập trung trên các cộng đồng bị ảnh hưởng gần đó; kết quả đã được ánh xạ trong Google Earth. Sự đóng góp tương đối của dân số của 32 thị trấn tạo nên Thành phố Panama vào lượng rác thải dự báo vào năm 2023 và tỷ lệ phát thải các chất gây ô nhiễm không khí nguy hiểm liên quan từ bãi rác đã được đánh giá. Người ta nhận thấy rằng Cerro Patacón sẽ tạo ra 45% sản lượng khí metan trên toàn quốc vào năm 2023; trung bình là 47 Gg. Chất thải rắn do 1,5 triệu cư dân của Thành phố Panama tạo ra ảnh hưởng đến sức khỏe của ~73.600 cư dân trong các cộng đồng lân cận thông

qua việc phát tán các chất ô nhiễm không khí nguy hiểm có nguồn gốc từ bãi rác. Tỷ lệ phát thải cao nhất là từ hydrogen sulfide và dichloromethane, phần lớn có thể là do chất thải do cộng đồng Juan Diaz và Tocúmen tạo ra. Nồng độ hydro sunfua và benzen vượt quá nồng độ tham chiếu (yếu tố không chắc chắn kéo dài ba bậc độ lớn) trong tất cả các cộng đồng và năm được mô phỏng. Nồng độ vinyl clorua cao hơn RfC đối với tất cả các cộng đồng và số năm được mô phỏng, ngoại trừ năm 2018 đối với 12 cộng đồng.

Quá trình phát triển đô thị hóa, công nghiệp hóa dẫn đến những tác động tiêu cực song song với nó đó là sự suy giảm về chất lượng môi trường không khí. Việc đo đạc thực tế đôi khi khá mất thời gian và chi phí tốn kém, đòi hỏi con người cần có những biện pháp kiểm soát môi trường tối ưu hơn. Do đó, các công cụ mô phỏng lan truyền chất khí ô nhiễm trong môi trường ra đời và ngày càng phát triển. Không chỉ trên Thế Giới mà ngay tại Việt Nam cũng đã có rất nhiều công trình khoa học nghiên cứu, khai thác về phía cạnh này.

Nghiên cứu của Nguyễn Thị Lan Anh (2015) [27] “Ứng dụng mô hình AERMOD mô phỏng và đánh giá ô nhiễm không khí từ hoạt động sản xuất của nhà máy gang thép Formosa Hà Tĩnh đến môi trường”. Đề tài tập trung nghiên cứu: Đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường không khí tại khu vực dự án, thu thập số liệu về nguồn thải dự kiến của nhà máy, số liệu khí tượng và dữ liệu làm bản đồ địa hình. Mặt khác thu thập thông tin về các khu vực nhạy cảm quanh khu dự án. Dựa vào kết quả chạy mô hình AERMOD, đề tài đã thực hiện dự báo và xây dựng bản đồ phân bố ô nhiễm SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, TSP theo các kịch bản để đánh giá ô nhiễm trong trường hợp xấu nhất.

Một điển hình nghiên cứu khác trong việc ứng dụng mô hình AERMOD là của nhóm tác giả Đào Quang Trí và cs (2023) [28] (*Tạp chí Khí tượng thủy văn*) đã ứng dụng mô hình AERMOD trong việc mô phỏng sự lan truyền bụi PM 2.5 do phát thải các khí ô nhiễm phát sinh từ các phương tiện giao thông cơ giới đường bộ ở thành phố Hà Nội theo kịch bản biến đổi khí hậu và quy hoạch phát triển giao thông 2030 -2050. Kết quả mô phỏng cho thấy với tình trạng biến đổi khí hậu và quy hoạch năm 2030 và 2050 thì lượng bụi PM 2.5 xu hướng ngày càng tăng, diện tích ảnh hưởng ngày càng lớn. Nghiên cứu này khẳng định việc sử dụng mô hình AERMOD là phù hợp cho việc mô phỏng lan truyền khí ở Hà Nội. Nhóm nghiên cứu cũng đã đưa ra đề xuất chuyên dịch sử dụng các phương tiện giao



thông cá nhân sang phương tiện công cộng, sử dụng nhiên liệu thân thiện với môi trường nhằm giảm thiểu tối đa lượng khí thải phát sinh ra ngoài môi trường không khí.

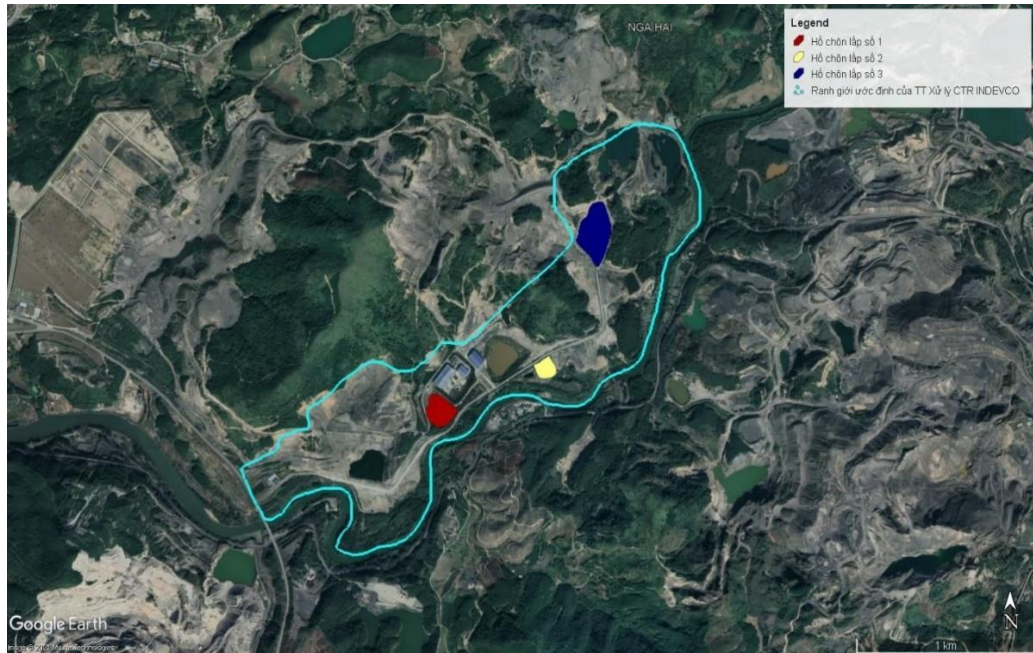
Hay nghiên cứu của nhóm tác giả Huỳnh Anh Kiệt và cs (2023) [29] ‘Ứng dụng mô hình Aermol trong mô phỏng khuếch tán bụi từ các nhà máy nhiệt điện thuộc Trung tâm Điện lực Vĩnh Tân’. Trung tâm này đang hoạt động ổn định gồm 4 Nhà máy nhiệt điện than: Vĩnh Tân 1, Vĩnh Tân 2, Vĩnh Tân 4 và Vĩnh Tân 4 mở rộng có tổng công suất 4.284 MW. Kết quả mô phỏng khuếch tán bụi từ các ống khói của các nhà máy điện theo các kịch bản như sau: Nếu các công trình xử lý khí thải đạt hiệu quả, vận hành 100% công suất thì nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 207,00  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa mưa và 201,62  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa khô; Nếu công trình xử lý khí thải Tổ máy 1 Nhà máy điện Vĩnh Tân 1 gặp sự cố, khí thải không được xử lý, thải ra môi trường xung quanh thì nồng độ TSP lớn nhất trung bình 1 giờ đạt 276,58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa mưa và 266,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  trong mùa khô. Khu vực chịu ảnh hưởng chủ yếu, cách nguồn thải khoảng 5,0 km về phía Bắc là núi Linh Sơn, tuy nhiên, nồng độ TSP vẫn nằm trong giá trị giới hạn cho phép ở tất cả các kịch bản.

Như vậy, theo xu hướng chung của thế giới, ứng dụng mô hình để kiểm kê phát thải bắt đầu được sử dụng trong một vài năm trở lại đây nhưng chưa nhiều. Nghiên cứu chuyên sâu về ảnh hưởng của ô nhiễm không khí xung quanh BCL còn quá ít. Cần phát huy hết khả năng các công cụ dự báo hiệu quả như LandGem và AERMOD đặc biệt trong công tác kiểm soát và quản lý chất lượng môi trường không khí, việc đánh giá và dự báo ô nhiễm theo phương pháp định lượng là hết sức quan trọng, giúp các nhà quản lý hoạch định chính sách và các nhà công nghệ đưa ra quyết định đúng đắn trong việc giải quyết vấn đề môi trường.

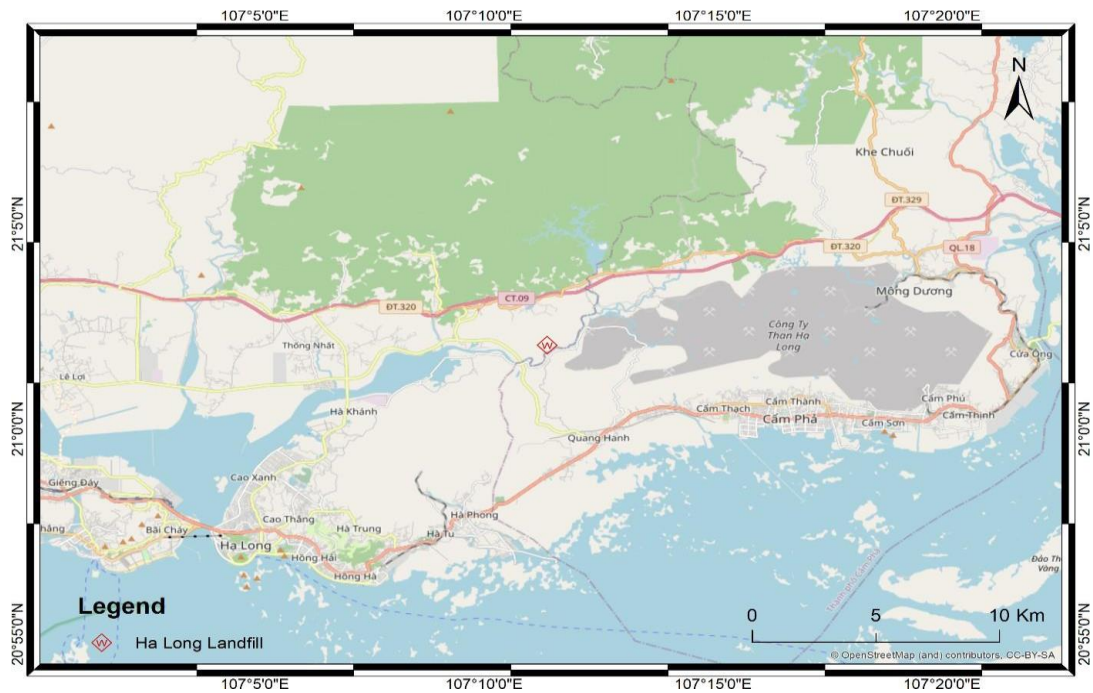
## Chương 2 : Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1 Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu của dự án bao gồm khu vực bãi rác tạm tại xã Vũ Oai, thành phố Hạ Long. Nghiên cứu cũng tập trung vào các yếu tố liên quan đến sự phát sinh và kiểm soát mùi hôi từ các bãi chôn lấp rác thải, đặc biệt là việc theo dõi và phân tích các khí thải như  $\text{CH}_4$  (metan) và  $\text{H}_2\text{S}$  (hydro sunfua).



Hình 2. 1 Vị trí các BCL tạm thuộc xã Vũ Oai, thành phố Hạ Long



Hình 2. 2 Các khu vực lân cận xung quanh các BCL

➤ **Khối lượng:**

Từ ngày 01/11/2016 đến hết ngày 30/4/2021, tổng khối lượng chất thải rắn đã tập kết và lưu giữ tại Dự án CTR là: 858.364,84 tấn, trong đó: năm 2016: 28.425,53 tấn; năm 2017: 201.336,05 tấn; năm 2018: 185.885,24 tấn; năm 2019: 197.564,00 tấn; năm 2020: 184.836,25 tấn; bốn tháng đầu năm 2021 là 60.317,77 tấn.

- Khu vực 03 BCL tạm được INDEVCO đã tiếp nhận, lưu giữ chất thải rắn sinh hoạt của các địa phương Hạ Long, Cẩm Phả, Hoàn Bò, Quảng Yên từ ngày 01/11/2016 đến hết ngày 30/4/2021, với tổng lượng CTR đã tập kết và lưu giữ tại 03 hố khoảng 860.000 tấn.

- Lượng rác tại các bãi chứa tạm: khoảng 860.000 tấn

+ Khối lượng rác tại hố số 1: 214.453,78 tấn

+ Khối lượng rác tại hố số 2: 234.542,97 tấn

+ Khối lượng rác tại hố số 3 là 411.003,25 tấn

➤ **Thành phần:** Thành phần và tỷ lệ của chất thải sinh hoạt thông thường (rác tươi) như sau:

+ Chất thải phế liệu (thép, sắt, nhựa,..): khối lượng phát sinh chiếm 8% tổng khối lượng; khối lượng trên sẽ được thu gom và bán cho các cơ sở thu mua phế liệu.

+ Chất thải vô cơ (đất, đá, gạch, ngói, cát, đất, sành sứ...) chiếm 24% tổng khối lượng, các chất thải này sẽ được chôn lấp tại hố xử lý chất thải không đốt được.

+ Chất thải có thể đốt chiếm 68% tổng khối lượng.

➤ **Thời gian hoạt động:**

+ BCL tạm số 1 và hố số 2 hiện đã dừng tiếp nhận rác và trồng cây xanh chống xói mòn, tạo cảnh quan.

+ BCL tạm số 3 hiện đã dừng tiếp nhận rác. Rác tại hố số 3 được phủ đất sơ sài, không có hệ thống thoát khí. Hệ thống thu gom nước rỉ rác chưa triệt để, một phần nước rỉ rác và nước mưa chảy tràn chảy theo cos địa hình về hố gom nước rỉ rác tại chân khu vực chứa rác trước khi được bơm về hố thu được trải vải nhựa chống thấm HDPE; một phần nước rỉ rác ngấm xuống đất và chảy về 02 hố nước tại phía Đông Nam của BCL tạm số 3.

➤ **Diện tích:** Tổng diện tích 3 hố rác tạm là 64.850 m<sup>2</sup>

Các BCL tạm thuộc xã Vũ Oai, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh có ranh giới tiếp giáp như sau:

- BCL tạm số 1: 14.300 m<sup>2</sup>
- + Phía Đông và Bắc giáp đồi cây
- + Phía Nam giáp tuyến đường bê tông vào khu chứa rác.
- + Phía Tây giáp Nhà máy xử lý rác thải của Công ty tập đoàn INDEVCO
- BCL tạm số 2: 10.250 m<sup>2</sup>
- + Phía Bắc giáp tuyến đường bê tông vào khu chứa rác.
- + Phía Nam giáp sông Diễn Vọng.
- + Phía Tây và phía Đông giáp khu vực trồng cây
- BCL tạm số 3: 40.300 m<sup>2</sup>
- + Phía Tây và Nam giáp tuyến đường bê tông vào khu chứa rác.
- + Phía Bắc giáp đồi đất.
- + Phía Đông giáp đồi cây.

❖ Phạm vi nghiên cứu:

Không gian nghiên cứu là khu vực xung quanh bãi rác, trong phạm vi 10km lấy bãi rác làm trung tâm. Thời gian nghiên cứu là thời điểm bãi rác bắt đầu hoạt động cho đến lúc đóng cửa, ngoài ra quá trình mô phỏng phát sinh khí thải được dự báo đến năm 2027.

## 2.2 Phương pháp nghiên cứu:

### 2.2.1 Phương pháp điều tra, phỏng vấn thu thập tài liệu sơ cấp:

Phỏng vấn những người quản lý bãi rác, điều tra về hoạt động và tác động của bãi rác tới một số hộ dân xung quanh, điều tra thực địa để nắm rõ được địa hình, các yếu tố tự nhiên xung quanh BCL rác.

### 2.2.2 Phương pháp thu thập tài liệu thứ cấp

- Dữ liệu phân tích môi trường
- Dữ liệu các năm về hoạt động của bãi rác
- Dữ liệu về thành phần rác thải của bãi rác
- Dữ liệu kinh tế xã hội địa phương

### 2.2.3. Phương pháp mô hình hóa

Sử dụng mô hình LandGEM (US-EPA) để ước tính tải lượng phát sinh của khí thải từ bãi rác, tập trung vào các khí gây mùi như H<sub>2</sub>S, CH<sub>4</sub>. Phiên bản mô hình sử dụng là phiên bản cập nhật nhất LandGEM 3.02 năm 2020.

Khí nhà kính từ BCL được ước tính theo mô hình LandGEM (Landfill Gas Emissions Model) của Cơ quan Bảo vệ môi trường Hoa Kỳ (US-EPA). Phiên bản

mở rộng hiện nay là LandGEM v-3.03 và được sử dụng tính toán khí nhà kính phát thải ở các BCL CTR tạm tại xã Vũ Oai, thành phố Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh trong nghiên cứu này. Trong nghiên cứu này chỉ tính đến lượng khí gây mùi phát sinh trong bãi rác từ quá trình phân hủy các chất hữu cơ.

Sử dụng mô hình AERMOD (US-EPA) để mô phỏng quá trình lan truyền của các khí độc phát sinh từ bãi rác ra ngoài môi trường. Trong nghiên cứu này, mô hình AERMOD View version 10.2 được sử dụng, Mô hình có mã số bản quyền Series #AER0010671 và mã số chứng từ 21LS20275 của Lakes Environmental Software (giấy xác nhận đính kèm trong Phụ lục của luận văn).

Mô hình AERMOD là chữ viết tắt của cụm từ The ASM/EPA Regulatory Model. Mô hình AERMOD được phát triển dựa trên mô hình AERMIC bởi cơ quan khí tượng và cục bảo vệ môi trường Hoa Kỳ. Một nhóm làm việc hợp tác của các nhà khoa học từ AMS và EPA, AERMIC bước đầu đã được hình thành trong năm 1991. Sau đó AERMIC phát triển thành AERMOD. Và được chính thức sử dụng vào ngày 9/12/2005.

Cơ sở của phương pháp này là dùng mô hình lan truyền chất ô nhiễm kết hợp với các tham số về sự khuếch tán rối khí quyển để xây dựng bài toán về quá trình lan truyền chất ô nhiễm trong môi trường khuếch tán rối. Kết hợp với việc khảo sát, dữ liệu đo đạc thực tế để kiểm tra độ chính xác của mô hình. Mô hình sau khi kiểm nghiệm được sử dụng để tính toán phân bố nồng độ chất ô nhiễm cho các vùng nghiên cứu và các vùng khác có tính tương tự.

#### *2.2.4. Phương pháp phân tích số liệu và tổng hợp kết quả*

Các dữ liệu đầu vào như điều kiện khí tượng, địa hình, dữ liệu môi trường nền, thảm phủ bề mặt đất được chuẩn bị theo đúng format dữ liệu của mô hình LandGEM và AERMOD. Kết quả thu được sau khi chạy mô hình là các bảng số liệu phát thải của các chất cần quan tâm, kịch bản mô phỏng phạm vi ảnh hưởng sự lan truyền các chất ô nhiễm.

#### *2.2.5. Phương pháp tham khảo ý kiến chuyên gia*

Tham khảo ý kiến chuyên gia và tính khả thi, độ tin cậy của kết quả mô phỏng.

### **2.3. Thiết kế khu vực tính toán và đặc điểm các hố rác**

Dữ liệu thời gian hoạt động, diện tích và tải lượng của các BCL rác thải sẽ được sử dụng cho mô hình LandGEM để đánh giá tải lượng phát sinh của các chất gây ô nhiễm trong môi trường không khí từ bãi rác. Tải lượng khí thải sẽ

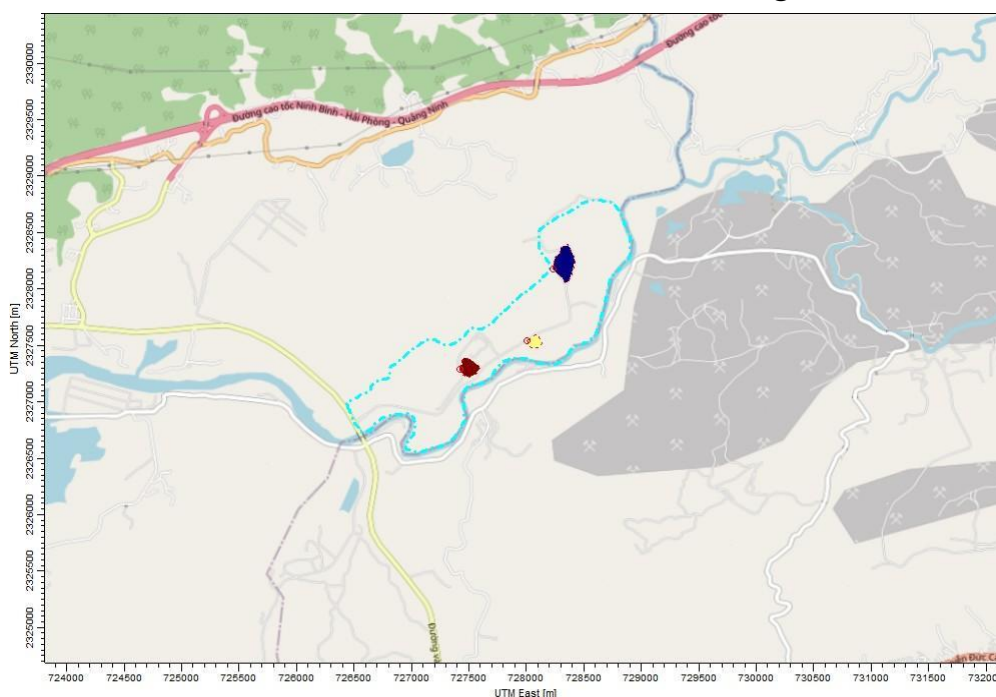
tiếp tục được sử dụng làm dữ liệu đầu vào cho mô hình khuếch tán khí quyển AERMOD. Bảng tổng hợp khối lượng rác được thể hiện dưới đây.

**Bảng 2. 1 Bảng tổng hợp lượng rác đã chứa của các BCL (tấn)**

Thời điểm tiếp nhận rác	Hố tạm số 1	Hố tạm số 2	Hố tạm số 3
T11/2016 - T12/2016	13,117.73	Chưa sử dụng	Chưa sử dụng
2017	201,336.05		
T1/2018 - T11/2018	San lấp, trồng cây	234,542.97	165,849.23
T12/2018 - T12/2019		San lấp, trồng cây	
2020		184,836.25	
T1/2021 - T4/2021		60,317.77	
Tổng (tấn)	214,453.78	234,542.97	411,003.25

(Công ty cổ phần tập đoàn INDEVCO)

Dựa trên thiết kế thực tế của khu vực các BCL rác thải và vị trí của khu XLCTR của công ty INDEVCO, thiết kế tính toán biên giới các khu vực BCL để tính toán, điều đó được thể hiện chi tiết tại Hình 2.3 và Bảng 2.2.



**Hình 2. 3 Thiết kế vị trí biên của khu vực chôn lấp CTR của công ty INDEVCO và vị trí các BCL trên mô hình tính toán**

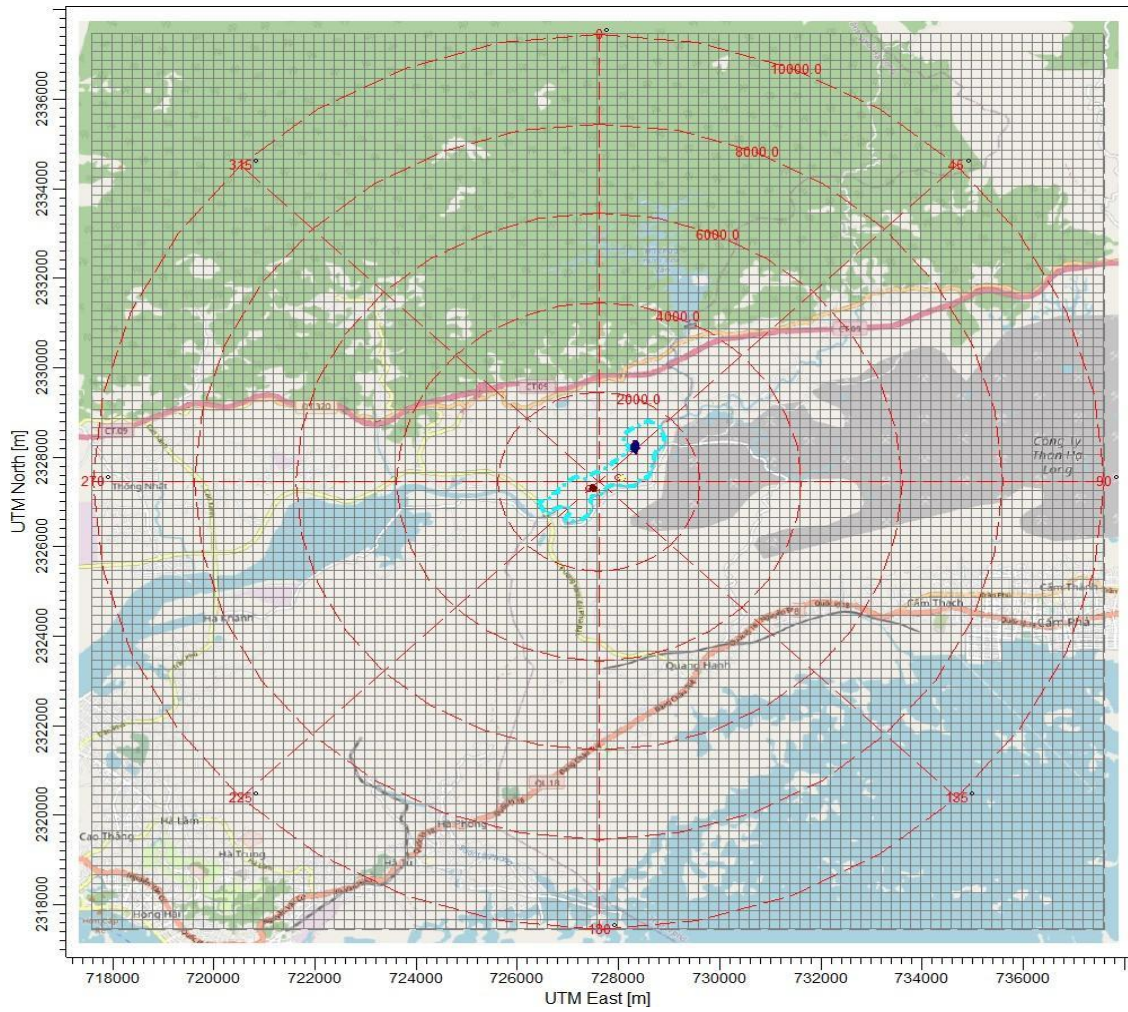
**Bảng 2. 2 Vị trí địa giới chi tiết BCL số 1,2,3**

BCL	BCL số 1		BCL số 2		BCL số 3	
Cạnh	X	Y	X	Y	X	Y

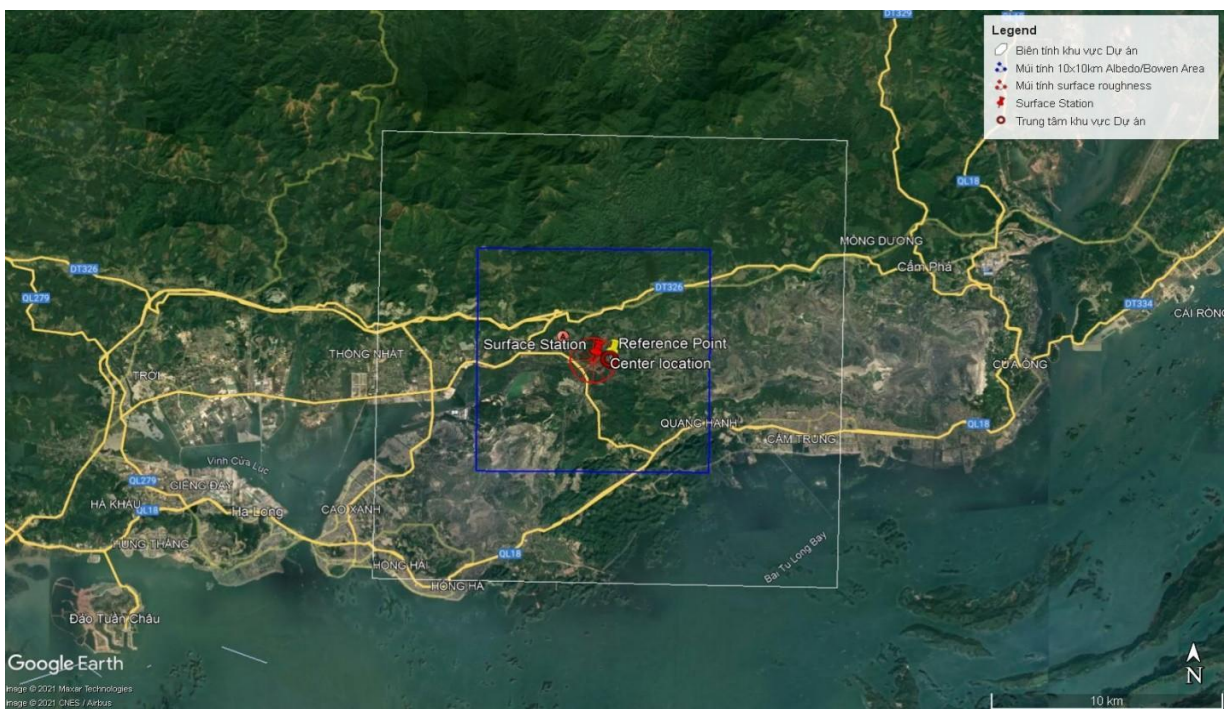
1	727426.1	2327291	728004.9	2327545	728231.7	2328181
2	727449.8	2327240	728038.8	2327480	728309.5	2328100
3	727500.6	2327216	728106.5	2327480	728340	2328052
4	727558.1	2327244	728136.9	2327514	728360.3	2328059
5	727598.7	2327301	728126.8	2327545	728387.4	2328110
6	727537.8	2327359	728089.5	2327602	728421.2	2328228
7	727473.5	2327392			728414.5	2328289
8	727436.3	2327359			728363.7	2328391
9	727432.9	2327325			728296	2328361
10					728289.2	2328310
11					728248.6	2328283
Cao độ	Từ 11-25m		Từ 8 - 19m		Từ 21-50m	
Diện tích tương đôi (m <sup>2</sup> )	14.300		10.250		40.300	
Cao độ trung bình (m)	17		13		35	
Cao độ phát thải (m)	20		17		40	

#### 2.4 Phương án thiết kế miền tính và lưới môi trường (receptor grids)

Thiết kế miền tính của khu vực BCL tạm được lấy từ khu vực trung tâm xử lý CTR của công ty INDEVCO làm trung tâm, bán kính vùng tính toán là 10km. Lưới tính môi trường được thiết kế là lưới Uniform Cartesian Grid với khoảng cách các điểm tiếp nhận được chia đều. Mỗi chiều Bắc – Nam và Đông – Tây đều được chia thành 101 điểm, mỗi điểm cách nhau 200m. Như vậy toàn bộ miền tính sẽ có tổng số ô lưới là  $101 \times 101 = 1201$  ô lưới. Thiết kế lưới tính chi tiết được thể hiện tại Hình 2.4. Thiết kế miền tính toán chi tiết các thông số khí tượng và mặt đất được thể hiện tại Hình 2.5.



**Hình 2. 4 Thiết kế miền tính, lưới môi trường**



**Hình 2. 5 Biên tính tỷ lệ Bowen và suất phân chiếu Albedo trên nền ảnh vệ tinh**



## 2.5 Các dữ liệu được sử dụng trong mô phỏng

### 2.5.1 Dữ liệu khí tượng

Trong quá trình thực hiện mô phỏng, dữ liệu khí tượng được sử dụng cho mô phỏng là dữ liệu đã đồng hóa và những dữ liệu quan trắc thực tế được lấy từ các nguồn sau:

- Dữ liệu khí tượng quan trắc theo giờ: là bộ dữ liệu tái phân tích ERA5 thời gian từ T1/2018 đến T12/2020. ERA5 là sản phẩm phát triển từ Trung tâm Dự báo Thời tiết hạn vừa của Châu Âu (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts – ECMWF). ERA5 cung cấp dữ liệu khí tượng với độ phân giải cao. Đối với dự án này thì độ phân giải ô lưới được lựa chọn là  $1.25^\circ \times 1.25^\circ$  cho các biến đất liền và đại dương, khí quyển và khí hậu. Dữ liệu bao phủ bề mặt Trái Đất tính từ bề mặt đại dương lên đến độ cao 80km, được phân tầng thành 137 cấp. ERA5 đánh giá tính bất định của thời tiết với tất cả các độ phân giải thời gian và không gian. Nghiên cứu đảm bảo chất lượng dữ liệu (QA report) công bố từ năm 1979 đến nay trong vòng 3 tháng theo thời gian thực và liên tục được cập nhật. Dữ liệu luôn được cập nhật sơ bộ hàng ngày trong vòng 5 ngày kể từ khi đo đạc. ERA5 kết hợp với lượng lớn dữ liệu quan trắc thực tế trên quy mô toàn cầu và các thuật toán hiệu chỉnh dữ liệu trong thời gian dài, từ đó đưa ra bộ dữ liệu đồng hóa chính xác và ưu việt.

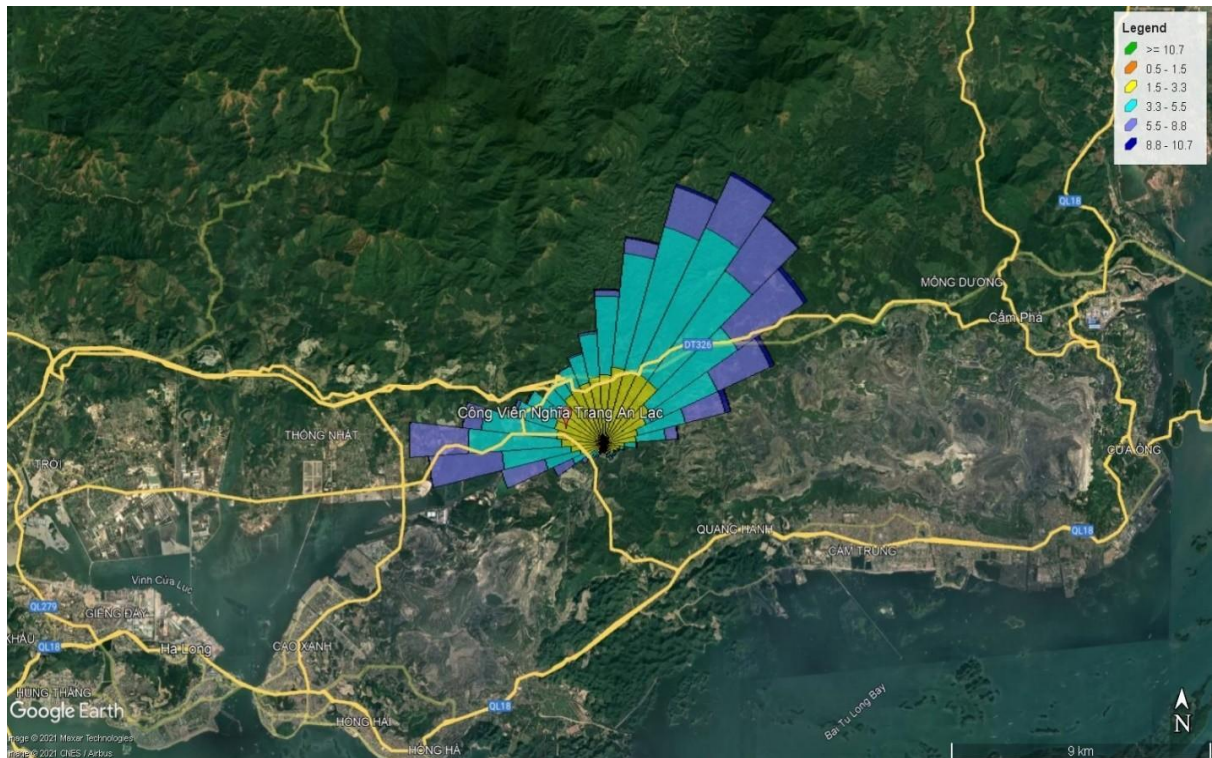
Với nghiên cứu này ERA5 cung cấp các trường dữ liệu: hướng gió, tốc độ gió, bức xạ mặt trời, độ che phủ mây, thông lượng nhiệt bức xạ mặt trời, nhiệt độ khí quyển, lượng mưa, áp suất khí quyển, thông lượng nhiệt tiềm ẩn.

- Dữ liệu khí tượng thám không thực tế: là dữ liệu thu thập từ đài thám không Radiosonde, sân bay Nội Bài. Dữ liệu quan trắc được quan trắc hàng giờ trong ngày.

Khoảng thời gian cơ sở áp dụng cho nghiên cứu từ 1/1/2018 đến 31/12/2020 là 1096 ngày, với tổng số lớp trường hợp sẽ được mô phỏng là  $1096 \text{ ngày} \times 24\text{h} = 26.304$ .

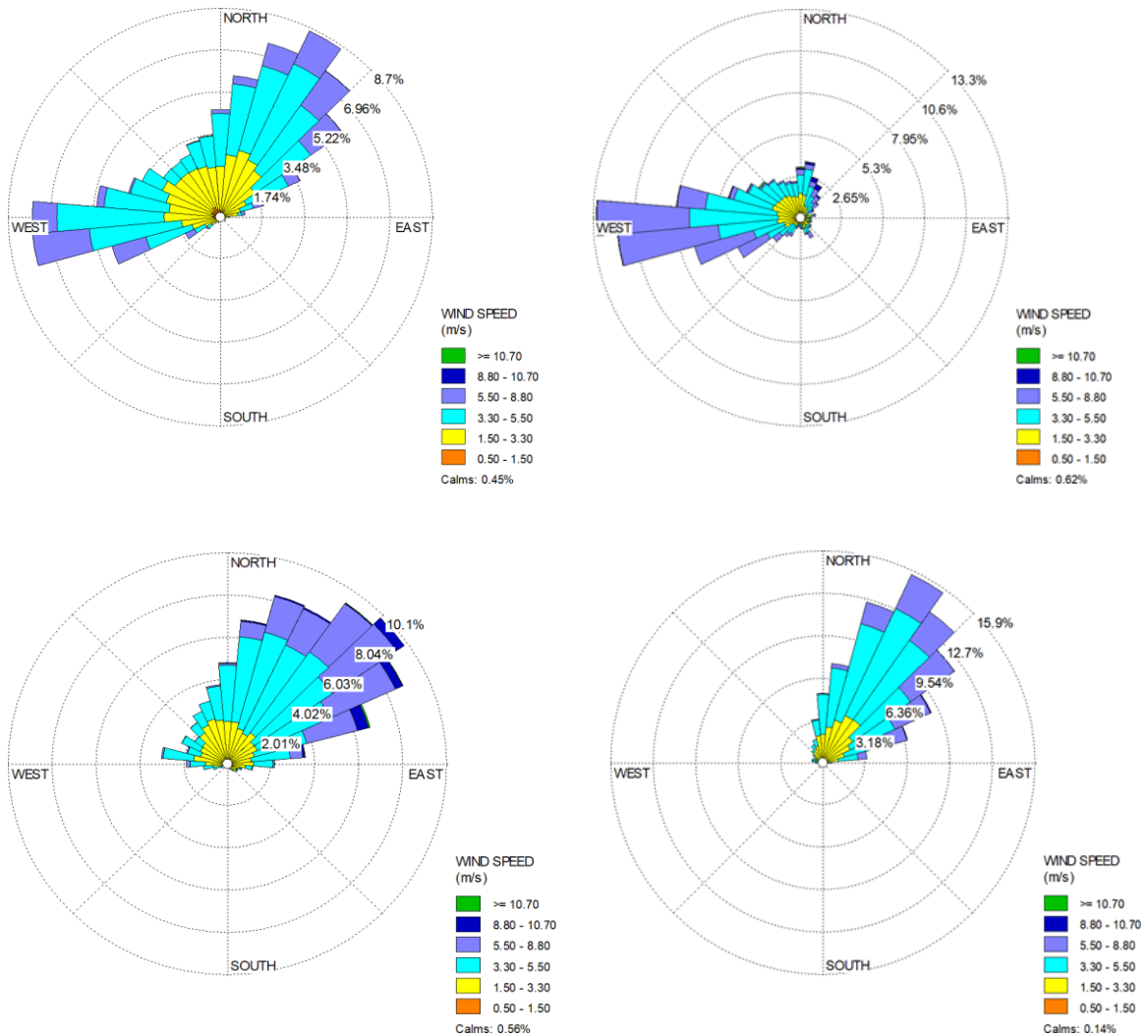
#### 2.5.1.1 Dữ liệu trường gió

Chi tiết dữ liệu trường gió cho được dùng cho tính toán được thể hiện tại các hình dưới đây:



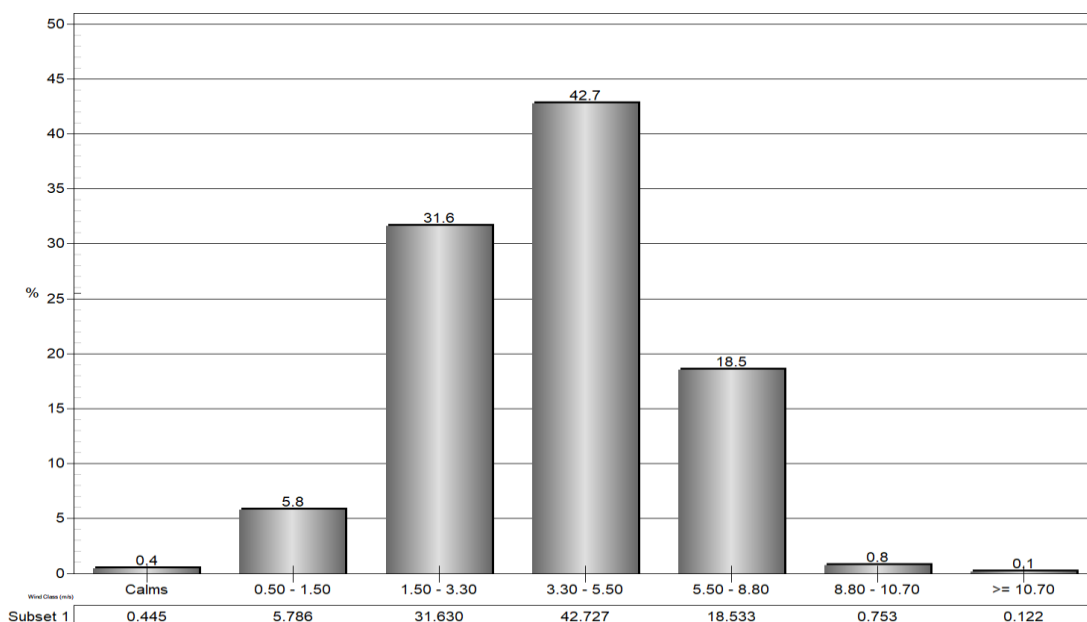
**Hình 2. 6 Hoa gió tổng hợp (thời gian 1/2018-12/2020) tại vị trí dự án**

Căn cứ vào số liệu quan trắc, hướng gió chủ yếu trong khu vực dự án chia ra mùa đông và mùa hè rõ rệt theo các hướng Đông Bắc và Tây Bắc. Với khu vực Quảng Ninh, hướng gió Tây là hướng gió thường xuất hiện trong mùa hè, vào buổi sáng sớm và có nền nhiệt cao.



**Hình 2. 7 Hoa gió 4 mùa Xuân, Hạ, Thu, Đông trong khoảng thời gian từ 1/2018-12/2020**

Khu vực cơ sở thường có tần suất ít gió lớn và bão không nhiều. Tần suất gió 31,6% thời gian là gió nhẹ, tần suất gió vừa chiếm 71% và tần suất gió khá mạnh, mạnh chỉ chiếm 0,9% cả năm. Ngoài ra, khoảng 0,4 % thời gian cơ sở từ 2018-2020 là có gió lặng. Nhìn chung kiểu hình thời tiết gió bão, gió lớn ít xảy ra. Cấp độ gió mạnh nhất có ý nghĩa về mặt thống kê là gió lớn mức 8.8 – 10.7 m/s là mức gió khá mạnh so với thang đánh giá của Beaufort thì không xảy ra ở khu vực dự án trong thời gian tiến hành khảo sát. Về thời tiết, khu vực dự án chịu ảnh hưởng từ gió mùa Tây Bắc vào mùa Hè và khí hậu lạnh của gió mùa Đông Bắc vào mùa Đông. Giống như nhiều tỉnh thành khác trên toàn quốc, gió mùa Đông Bắc là hướng gió đặc trưng ở Quảng Ninh vào mùa đông. Từ năm 2018-2020, Quảng Ninh thi thoảng có những thời điểm gió thổi rất mạnh.



**Hình 2. 8 Tốc độ gió trong thời gian cơ sở từ 1/2018-12/2020**

**Bảng 2. 3 Dữ liệu thống kê tốc độ gió từ 1/2018-12/2020**

Hướng gió (độ)	0.50 - 1.50	1.50 - 3.30	3.30 - 5.50	5.50 - 8.80	8.80 - 10.70	>= 10.70	Tổng cộng (%)
355 - 5	0.2585	1.7108	2.2468	0.1673	0.0304	0.0152	4.429
10-15	0.1901	2.0187	3.2619	0.4258	0.0418	0.0114	5.9497
15 - 25	0.2699	1.9313	4.2541	1.1785	0.0798	0.0076	7.7213
25 - 35	0.2661	1.9731	4.6381	1.6689	0.0912	0.0076	8.6451
35 - 45	0.2509	1.9693	3.9158	1.9123	0.038	0.0076	8.0938
45 - 55	0.1293	1.5055	3.1934	2.3723	0.1255	0	7.3259
55 - 65	0.1787	1.2051	2.3342	1.7184	0.1331	0.0076	5.5771
65 - 75	0.1331	0.9162	1.4637	1.228	0.1559	0.019	3.9158
75 - 85	0.2129	0.7527	0.882	0.365	0.0228	0.0038	2.2392
85 - 95	0.1369	0.4866	0.3345	0.0532	0.0038	0	1.0151
95 - 105	0.0988	0.384	0.1255	0.0152	0	0	0.6235
105 - 115	0.1711	0.2471	0.0494	0.019	0	0	0.4866
115 - 125	0.0912	0.2547	0.0342	0.0228	0	0	0.403
125 - 135	0.1293	0.2509	0.057	0.019	0	0	0.4562
135 - 145	0.1445	0.1635	0.0798	0.0228	0	0	0.4106

145 - 155	0.1141	0.1787	0.0874	0.1217	0	0	0.5018
155 - 165	0.0836	0.2015	0.0874	0.019	0	0	0.3916
165 - 175	0.0646	0.1179	0.057	0.019	0	0	0.2585
175 - 185	0.038	0.1064	0.0494	0.0418	0	0	0.2357
185 - 195	0.0836	0.1217	0.0266	0.0038	0	0	0.2357
195 - 205	0.076	0.1217	0.0608	0.0532	0	0	0.3117
205 - 215	0.076	0.1673	0.1369	0.0456	0	0	0.4258
215 - 225	0.0684	0.2053	0.1749	0.0646	0	0	0.5132
225 - 235	0.0912	0.2357	0.3231	0.1483	0	0	0.7984
235 - 245	0.1102	0.4562	0.4562	0.6235	0	0	1.6461
245 - 255	0.0684	0.6539	1.0835	1.3382	0	0	3.144
255 - 265	0.1901	0.7946	2.0643	2.1936	0.0076	0	5.2502
265 - 275	0.2015	1.0607	2.7828	1.7716	0.0076	0	5.8242
275 - 285	0.1787	1.2432	2.2582	0.5665	0.0076	0	4.2541
285 - 295	0.2395	1.2888	1.2241	0.1102	0.0038	0.0076	2.8741
295 - 305	0.1901	1.4104	0.9656	0.0342	0	0.0076	2.608
305 - 315	0.2433	1.3154	0.6349	0.0342	0	0.0228	2.2506
315 - 325	0.2775	1.4294	0.6349	0.0266	0	0.0038	2.3723
325 - 335	0.2813	1.4827	0.6691	0.0266	0	0	2.4597
335 - 345	0.2509	1.5511	0.8402	0.0418	0	0	2.684
345 - 355	0.1977	1.7184	1.2394	0.0608	0.0038	0	3.22
Sub-Total	5.7862	31.6302	42.7273	18.5333	0.7527	0.1217	99.5514
Gió lộng							0.4448
Dữ liệu còn thiếu							0.0038
Tổng cộng							100

Tóm lại, khí hậu của tỉnh Quảng Ninh phân rõ rệt bốn mùa và mỗi mùa đều có hướng gió chủ đạo đặc trưng:

- Mùa hè kéo dài từ tháng 6 – 8. Hướng gió chủ đạo mùa Hè là hướng Tây nóng và khô. Gió Tây có hướng thổi rất ổn định tại các thời điểm trong ngày. Ngoài ra còn có các hướng gió khác, nhưng phân bố rất ít.

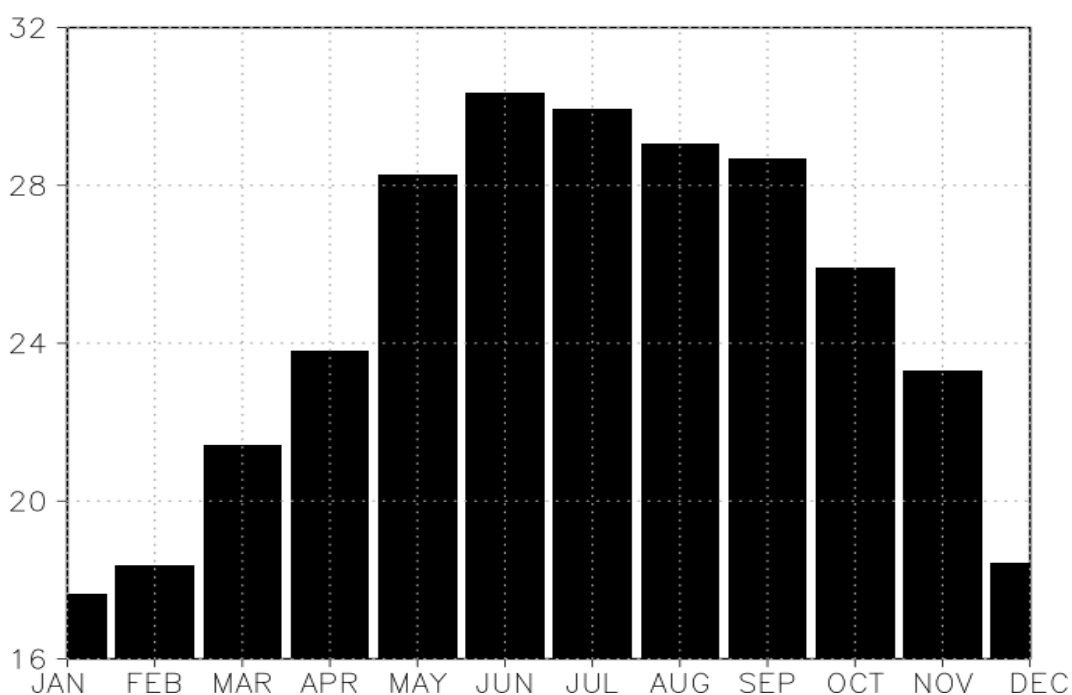
- Mùa thu kéo dài từ tháng 9 – 11. Thời tiết chuyển dần sang khí hậu lạnh, gió Tây Nam cũng suy giảm, nhường chỗ cho gió Đông Bắc. Hướng gió mùa Đông Bắc chủ đạo và ổn định tại các thời điểm trong ngày.

- Mùa đông kéo dài từ tháng 12 năm trước - tháng 2 năm sau. Hướng gió chủ đạo là gió mùa Đông Bắc với nhiệt độ lạnh nhất trong năm.

- Mùa xuân kéo dài từ tháng 3 – 5, hướng gió chủ yếu là gió Tây và Đông Bắc Bắc nóng. Trong ngày gió phân bố khá đồng đều vào buổi sáng đến chập tối. Buổi tối và rạng sáng thỉnh thoảng có gió Tây Bắc.

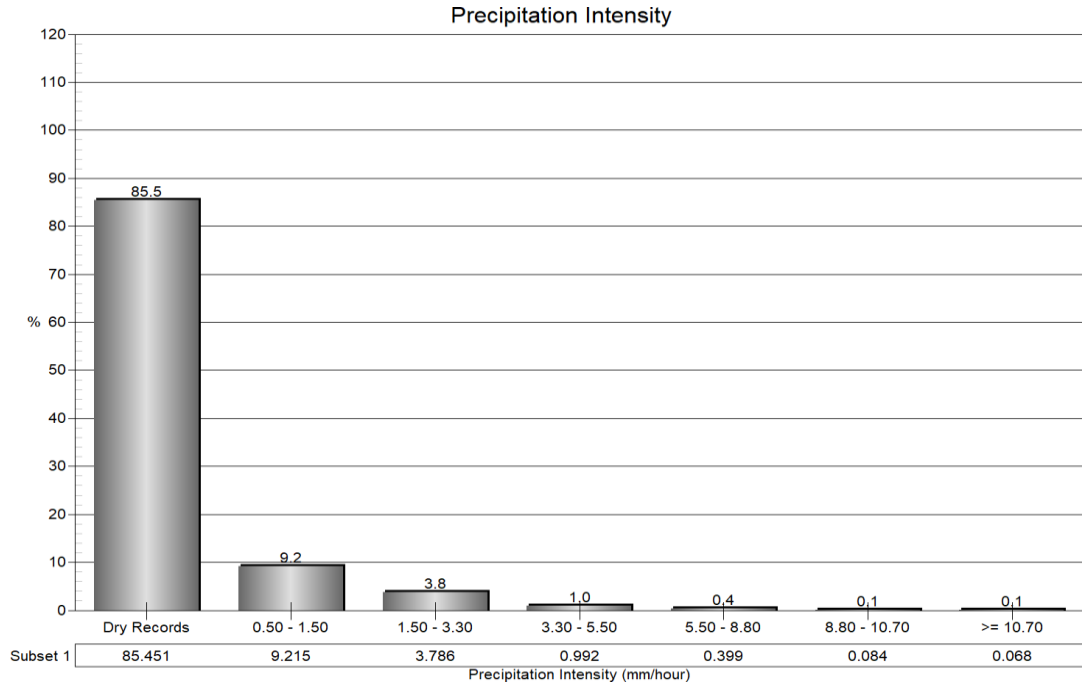
#### 2.5.1.2 Nhiệt độ

Dữ liệu nhiệt độ trung bình các tháng trong giai đoạn nghiên cứu cơ sở tại Hình 2.9. Đa số khu vực dự án có nền nhiệt trung bình cao hơn so với các tỉnh thành khác. Vào mùa hè, nhiệt độ trung bình dao động từ 28.5 - 30.5°C, mùa đông nhiệt độ trung bình từ 17.5 – 18 °C.



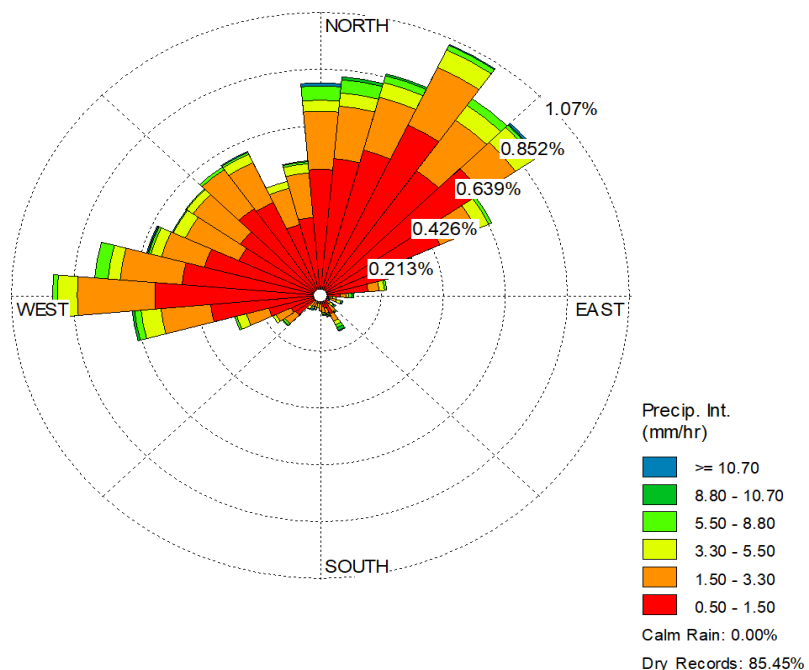
**Hình 2. 9 Nhiệt độ trung bình các tháng từ T1/2018 – T12/2020 (°C)**

### 2.5.1.3 Lượng mưa



**Hình 2. 10 Mức độ phân bố mưa tại khu vực**

Khu vực của dự án có lượng mưa ở mức trung bình. Mức độ mưa trong năm phân bố tập trung vào thời điểm mùa hè chuyển dần sang thu (từ tháng 5 đến tháng 11). Trong đó có đến 87.36% thời gian là khô ráo. Nhìn chung lưu lượng các cơn mưa thường không lớn, chủ yếu là mưa nhỏ.

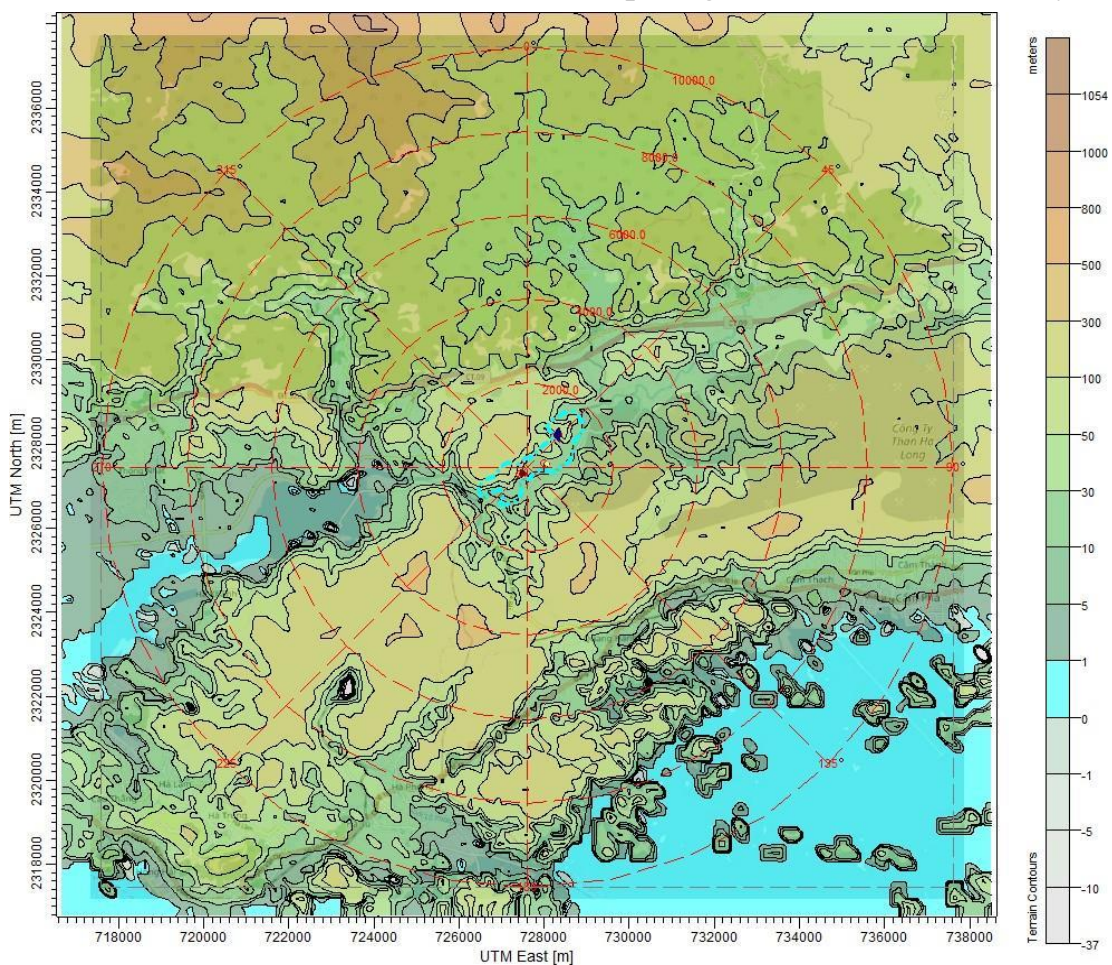


**Hình 2. 11 Biểu đồ phân bố mưa trong giai đoạn cơ sở T1/2018 -T1/2020 (đơn vị mm/hr)**

## 2.5.2 Dữ liệu địa hình

Trong AERMOD dữ liệu mô hình số độ cao sử dụng được trích xuất từ dữ liệu địa hình SRTM (Shutter Radar Topography Mission) độ phân giải 1 arc-second (~30m) do cơ quan Cơ quan nghiên cứu và phát triển hàng không vũ trụ NASA (National Aeronautics and Space Administration) kết hợp với NGA (Geospatial-Intelligence Agency) đồng thiết lập. Dữ liệu độ cao trên miền tính được nội suy tuyến tính theo 2 chiều (bilinear interpolation) để đồng nhất lưới môi trường với độ phân giải không gian. Các dữ liệu cao độ địa hình do đó được nội suy về độ phân giải 51 x 51 ô lưới, với khoảng cách mỗi ô là 400m.

Bản đồ địa hình khu vực tính toán mô phỏng được thể hiện dưới đây:



**Hình 2. 12 Bản đồ địa hình khu vực dự án trên miền tính**



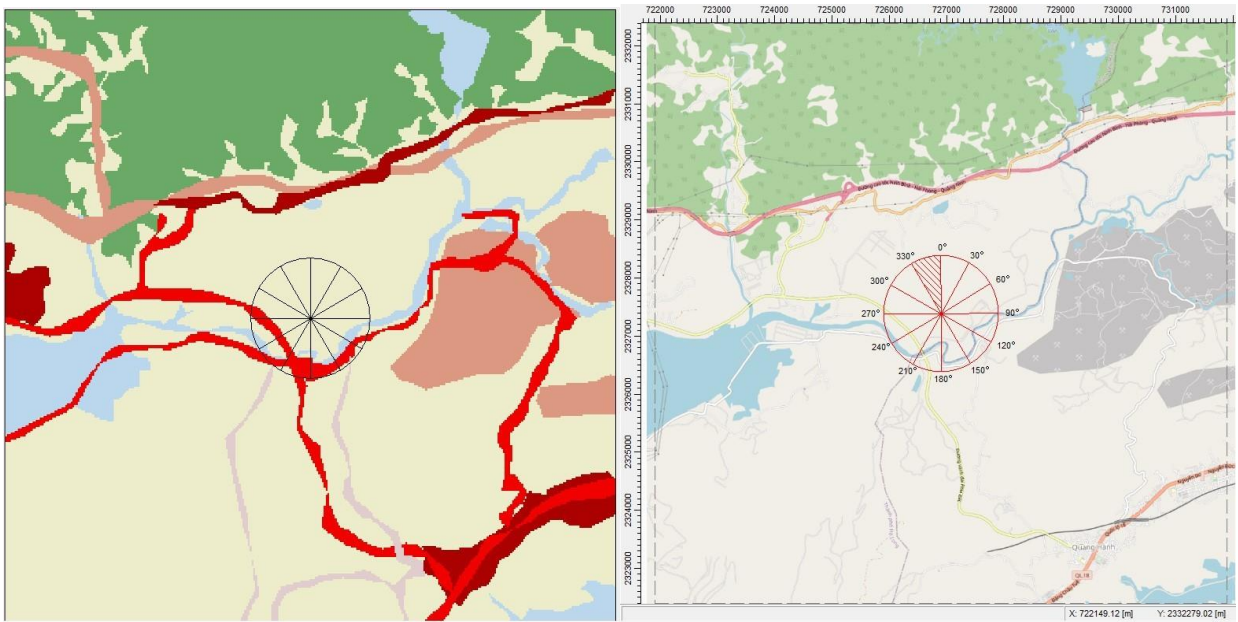


**Hình 2. 13 Phối cảnh 3D toàn bộ dự án và các vùng lân cận**

*BCL rác tạm* được xây dựng trên khu vực địa hình đồi núi đa dạng và tương đối phức tạp, nơi đặt vị trí các BCL có cao độ so với mặt nước biển dao động từ 13-51m. Khu vực xung quanh khuôn viên của công ty INDEVCO không có nhiều khu dân cư tập trung, các vùng dân cư gần nhất nằm cách khoảng 3500m về phía Tây.

### **2.5.3 Dữ liệu thám phủ bề mặt đất**

Sự kết hợp giữa dữ liệu ảnh vệ tinh Google Maps và dữ liệu thám phủ bề mặt đất Global Land Cover độ phân giải 100m cho ra dữ liệu thám phủ bề mặt đất được sử dụng. Dữ liệu của Global Land Cover dù có độ bao phủ rộng nhưng mức độ chi tiết hóa chưa cao. Để đảm bảo độ chính xác của AERSURFACE khi xác định các dữ liệu bề mặt như độ dài Monin Obukhov độ dài bề mặt nhám và Bowen ratio thì ảnh vệ tinh Google Map được kết hợp sử dụng để chi tiết hóa hơn dữ liệu thám phủ bề mặt. Dữ liệu của Global Land Cover Map là sản phẩm được phát triển bởi Chương trình Giám sát mặt đất Land Monitoring Core Service (LMCS) của Copernicus – Chương trình hàng đầu của Châu Âu để quan trắc Trái Đất. Mức chi tiết của các tham số bề mặt cho AERMET được chia thành 12 sectors, mỗi sector đại diện cho 1 góc  $30^\circ$  tính từ trung tâm của Dự án. Dữ liệu thám phủ có độ phân giải ô lưới 30m và định dạng Geotiff .



**Hình 2. 14 Dữ liệu thảm phủ bề mặt**

#### 2.5.4 Dữ liệu môi trường nền

Dữ liệu môi trường nền khu vực các BCL rác thải là dữ liệu quan trắc thực tế liên tục trong 3 ngày 9,10,11/11/2021 do Công ty cổ phần Liên Minh Môi trường và Xây dựng, vimcerts 185 thực hiện. Nhìn chung chất lượng không khí khu vực công ty tương đối ổn định và không có dấu hiệu bị ảnh hưởng tiêu cực từ các BCL. Kết quả phân tích được thể hiện chi tiết phụ lục luận văn.

#### 2.6. Xây dựng các kịch bản mô phỏng

##### 2.6.1 Đề xuất các giả thiết mô phỏng quá trình lan truyền các chất ô nhiễm

Mô phỏng và thực tế lan truyền các chất khí thường có sự khác biệt ngay cả khi các thuật toán chính xác nhất về lan truyền (ví dụ như thuật toán Gaussian), đều có những sai số nhất định. Khi các giả thiết giới hạn của thuật toán được đảm bảo thì các quá trình lan truyền được mô phỏng dựa trên các thuật toán mới đạt tính chính xác cao. Trong nghiên cứu này việc mô phỏng quá trình phát tán khí

thải trong môi trường không khí xung quanh khu vực dự án được thực hiện bằng mô hình Aermod căn cứ các giả thiết sau:

- Coi các điều kiện ổn định tức vận tốc gió và chế độ rối không thay đổi theo thời gian là giá trị trung bình trong 1 giờ.
- Coi dòng chảy đồng nhất: vận tốc gió và chế độ rối không thay đổi theo cả không gian. Với các kịch bản tính toán dài hạn (long-term) thì dữ liệu khí tượng được tính toán dựa theo dữ liệu 1 giờ liên tục. Trong 1 giờ này ta coi như dữ liệu khí tượng không thay đổi.
- Coi dữ liệu môi trường nền là đồng nhất trong khoảng thời gian tính toán theo giá trị trung bình giờ, trung bình mùa hoặc trung bình năm. Coi yếu tố địa phương, địa hình không tác động đến giá trị môi trường nền.
- Coi Giá trị môi trường nền là có tính đại diện, đặc trưng cho toàn miền tính.
- Chất ô nhiễm có tính trơ (trừ CO – CO đã được tính toán đồng hóa trong môi trường theo thuật toán của Aermod), nghĩa là không có phản ứng (hóa học, sinh học) tức bản chất tự nhiên của khí thải sẽ không thay đổi trong toàn bộ quá trình tính toán, chúng ta bỏ qua những tác nhân phân rã – tổng hợp khí thải hay đồng hoá khí thải.
- Sự phân bố của nồng độ trên mặt đất trực giao với luồng gió theo phương ngang (y) và phương đứng (z) theo luật phân phối (xác suất) chuẩn Gauss.
- Có sự phản xạ tuyệt đối của bề mặt đất đối với luồng khói, nghĩa là không có hiện tượng mặt đất hấp thụ chất ô nhiễm.
- Để hiện tượng khuếch tán theo phương x được coi là không đáng kể, coi vận tốc gió bằng không.
- Trong một khoảng thời gian không đáng kể thì yếu tố khí hậu thay đổi không nhiều, điều kiện gió năm 2023 sẽ được sử dụng để tính toán khuếch tán khí quyển cho năm 2027.

### 2.6.2 Kịch bản tính toán quá trình lan truyền

Việc xây dựng theo nhiều kịch bản khác nhau nhằm đảm bảo tất cả các trường hợp lan truyền đều nằm trong dự báo và có thể ước lượng được mức độ tác động lớn nhất có thể xảy ra, phạm vi và quy mô của tác động, vùng bị tác động nhiều nhất trong khu vực dự án. Chính vì vậy, tất cả các kịch bản đưa ra đều được xây dựng với giả thiết phát thải cao nhất có thể. Các giả thuyết và kịch

bản mô phỏng như sau:

- Kịch bản công suất phát thải khí từ các BCL: Giả thuyết khí thải từ BCL hoạt động ở 100% công suất và đều nhau ở các thời điểm trong ngày. Với giả thuyết hoạt động với công suất lớn và liên tục như vậy, các trường hợp phát thải đều là mức độ trung bình phát sinh tính toán từ mô hình LandGEM. Công suất sinh khí của các BCL luôn được xác định ở mức lớn nhất có thể (nhằm đánh giá được mức độ tác động tối đa xảy ra) trong quá trình hoạt động của BCL (1 KB).

- Kịch bản thời gian hoạt động của các BCL (1 KB): Mức độ lan truyền ô nhiễm không khí lớn nhất được biểu thị khi BCL phát thải khí không ngừng nghỉ. Kịch bản tính toán được xây dựng là BCL hoạt động liên tục, không gián đoạn và không thay đổi công suất trong toàn bộ giai đoạn mô phỏng thử nghiệm. Kịch bản thời gian hoạt động phù hợp với thực tế hoạt động của bãi rác khi các BCL tạm đều đã dừng tiếp nhận rác nên quá trình phân hủy tự nhiên sẽ đồng đều và không thay đổi đột biến.

- Kịch bản loại khí lan truyền từ các BCL rác thải (2 KB): Lan truyền tính toán cho 2 khí có tính đại diện cho khí thải từ những bãi rác đô thị, bao gồm: CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S.

- Kịch bản giai đoạn 2023 (dự báo tại thời điểm hiện tại) và 2027 (dự báo ngắn hạn) (2KB). Đối với kịch bản 2023, nồng độ khí thải phát sinh dự báo thời điểm 2023 sẽ được mô phỏng với các điều kiện khí tượng của 3 năm 2018 đến 2020. Đối với kịch bản 2027 sẽ được mô phỏng kịch bản phát thải năm 2027 từ bãi rác và điều kiện khí tượng của năm 2020.

- Kịch bản các thí nghiệm lan truyền được áp dụng dự án đối với giai đoạn mô phỏng thử nghiệm được đề xuất, bao gồm các thí nghiệm mô phỏng giá trị trung bình và giá trị cực đoan. Chi tiết các thí nghiệm được đề cập tại Bảng 2.4.

**Bảng 2. 4 Tổng hợp các thí nghiệm mô phỏng quá trình lan truyền các chất ô nhiễm trong giai đoạn thử nghiệm**

STT	Thí nghiệm mô phỏng (10KB)	Mục đích
1	Nồng độ trung bình 1h cao nhất (rank 1)	Xác định các trường hợp cực đoan có thể xảy ra theo giờ và theo ngày
2	Nồng độ trung bình 24h cao nhất (rank 1)	
3	Nồng độ trung bình tháng cao nhất (rank 1)	
4	Nồng độ trung bình năm	Trung bình giai đoạn mô phỏng

5 6	Nồng độ trung bình ở phân vị 99 (99 <sup>th</sup> Percentile) cho 1h và 24h	Thể hiện nồng độ khí thải đại diện có khả năng xảy ra ở mức rất hiếm khi xảy ra (99% percentile – chỉ 1% trường hợp có thể xảy ra)
7	Mô phỏng nồng độ lớn nhất trong mùa xuân	Thời điểm và phạm vi tác động lớn nhất trong 3 năm thời gian cơ sở cho nghiên cứu sẽ được xác định.
8	Mô phỏng nồng độ lớn nhất trong mùa hạ	
9	Mô phỏng nồng độ lớn nhất mùa thu	
10	Mô phỏng nồng độ lớn nhất vào mùa đông	

*Ghi chú: Các kịch bản mô phỏng sẽ được thực hiện trên nền môi trường có nồng độ các chất ô nhiễm = 0 để dễ dàng nhận biết hơn phạm vi ảnh hưởng tối đa của các chất ô nhiễm có trong khói thải ống khói đến môi trường và đồng thời cũng thể hiện khoảng cách mà khí thải hoàn toàn bị pha loãng (đồng hoá) vào môi trường. Bảng tổng hợp kết quả phân tích môi trường nên sẽ được đánh giá cùng với kết quả mô phỏng thể hiện nồng độ cộng gộp.*

Tổng hợp số lượng kịch bản mô phỏng:  $1*1*2*2*10 = 40$  kịch bản

Vì số lượng kịch bản được mô phỏng là rất lớn và kết quả lại mang tính đại diện cao nên trong nghiên cứu này chỉ đưa ra kết quả mô phỏng đề cập tới một số kịch bản tổng hợp và đại diện nhất.

### **Chương 3. Kết quả và thảo luận**

#### **3.1 Kết quả tính toán tải lượng phát sinh các khí thải từ các BCL chất thải**

Quá trình mô phỏng khí thải được thể hiện qua kết quả tính toán lan truyền của các chất ô nhiễm từ các *BCL rác tạm* ra môi trường xung quanh theo các kịch bản đã xác định ở Mục 2.6.2 của nghiên cứu. Do số lượng kịch bản tính toán tương đối nhiều và vùng lan truyền của các khí thải theo các hướng gió khác nhau và các thí nghiệm có tính tương đồng rất cao nên việc chi tiết hóa tất cả các kịch bản phát thải là không cần thiết và làm nội dung của luận văn rất khó theo dõi. Do đó trong nghiên cứu này, kết quả mô phỏng sẽ tập trung vào một số trường hợp cụ thể và kết quả phân bố không gian chất ô nhiễm của các kịch bản này sẽ mang tính đại diện cho các kịch bản còn lại. Việc lựa chọn các kịch bản đại diện hoàn toàn mang tính ngẫu nhiên được dựa trên những thí nghiệm cực đoan đã được đề cập tại Bảng 3.1.

Mô phỏng được thực hiện cho 2 khoảng thời gian hiện tại và tương lai gần, cụ thể là giai đoạn cuối năm 2023 và năm 2027 (sau 5 năm).

Nhìn chung trong các loại khí thải độc hại phát sinh từ các bãi rác (US EPA) thì tải lượng phát sinh lớn nhất là Metan và CO<sub>2</sub>, tổng lượng khí Metan phát sinh đứng ở vị trí thứ 3.

Kết quả tính toán và dự báo tải lượng phát sinh của các khí thải thoát ra từ các BCL tạm được thể hiện ở các bảng dưới đây:

**Bảng 3. 1 Tải lượng một số khí thải phát sinh từ BCL tạm số 1 vào năm 2023, 2027**

Gas / Pollutant (*)	Emission Rate				
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(ft <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
<b>Năm 2023</b>					
Total landfill gas	3.634E+03	2.910E+06	1.955E+02	1.028E+08	3.998E+03
Methane	9.707E+02	1.455E+06	9.776E+01	5.138E+07	1.068E+03
Hydrogen sulfide	1.485E-01	1.048E+02	7.039E-03	3.700E+03	1.633E-01
Carbon dioxide	2.663E+03	1.455E+06	9.776E+01	5.138E+07	2.930E+03
NMVOCS	6.259E+00	1.746E+03	1.173E-01	6.166E+04	6.884E+00
<b>Năm 2027</b>					
Total landfill gas	3.128E+03	2.505E+06	1.683E+02	8.845E+07	3.441E+03
Methane	8.355E+02	1.252E+06	8.415E+01	4.423E+07	9.191E+02
Hydrogen sulfide	1.278E-01	9.017E+01	6.058E-03	3.184E+03	1.406E-01
Carbon dioxide	2.292E+03	1.252E+06	8.415E+01	4.423E+07	2.522E+03
NMVOCS	5.387E+00	1.503E+03	1.010E-01	5.307E+04	5.925E+00
(*) Trong bảng trích lục một số khí thải đặc trưng, kết quả đầy đủ của mô hình LandGEm được thể hiện trong phụ lục của luận văn					

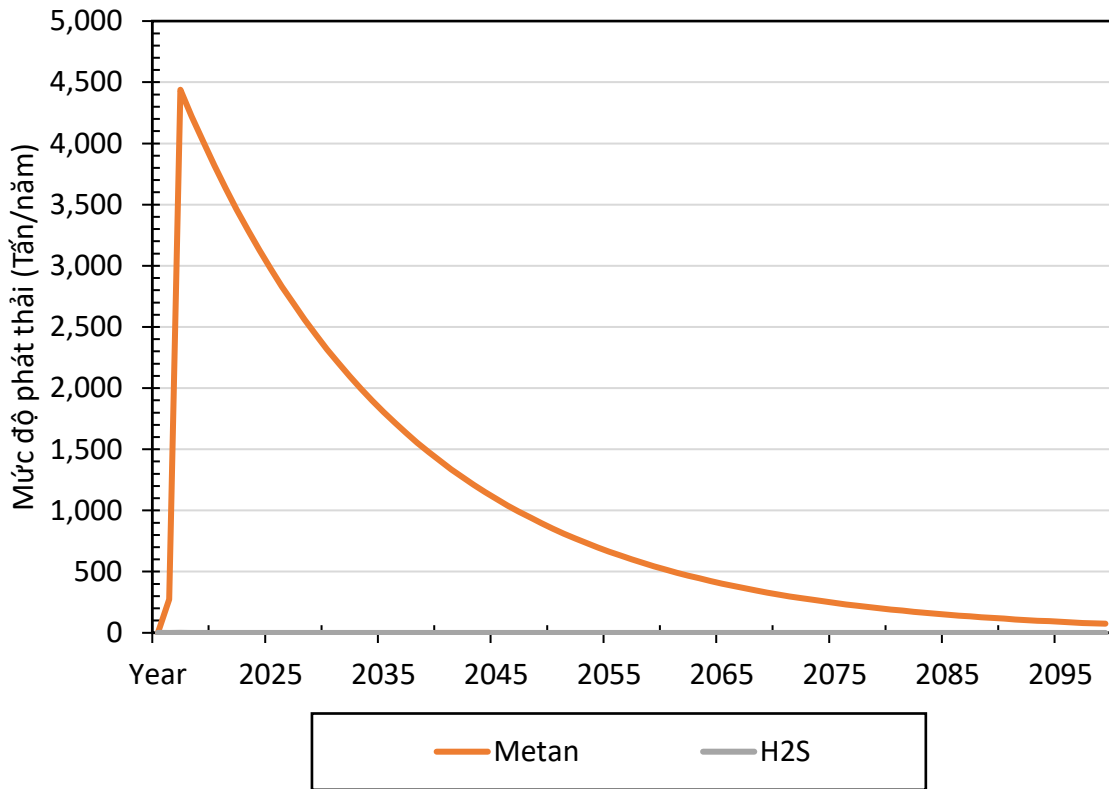
**Bảng 3. 2 Tải lượng một số khí thải phát sinh từ BCL tạm số 2 vào năm 2023, 2027**

Gas / Pollutant (*)	Emission Rate				
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(ft <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
<b>Năm 2023</b>					
Total landfill gas	4.191E+03	3.356E+06	2.255E+02	1.185E+08	4.610E+03
Methane	1.119E+03	1.678E+06	1.127E+02	5.926E+07	1.231E+03
Hydrogen sulfide	1.712E-01	1.208E+02	8.117E-03	4.266E+03	1.884E-01
Carbon dioxide	3.071E+03	1.678E+06	1.127E+02	5.926E+07	3.379E+03
NMVOCS	7.217E+00	2.013E+03	1.353E-01	7.111E+04	7.939E+00
<b>Năm 2027</b>					
Total landfill gas	3.264E+03	2.614E+06	1.756E+02	9.230E+07	3.590E+03
Methane	8.718E+02	1.307E+06	8.780E+01	4.615E+07	9.590E+02
Hydrogen sulfide	1.334E-01	9.409E+01	6.322E-03	3.323E+03	1.467E-01
Carbon dioxide	2.392E+03	1.307E+06	8.780E+01	4.615E+07	2.631E+03
NMVOCS	5.621E+00	1.568E+03	1.054E-01	5.538E+04	6.183E+00
(*) Trong bảng trích lục một số khí thải đặc trưng, kết quả đầy đủ của mô hình LandGEm được thể hiện trong phụ lục của luận văn					

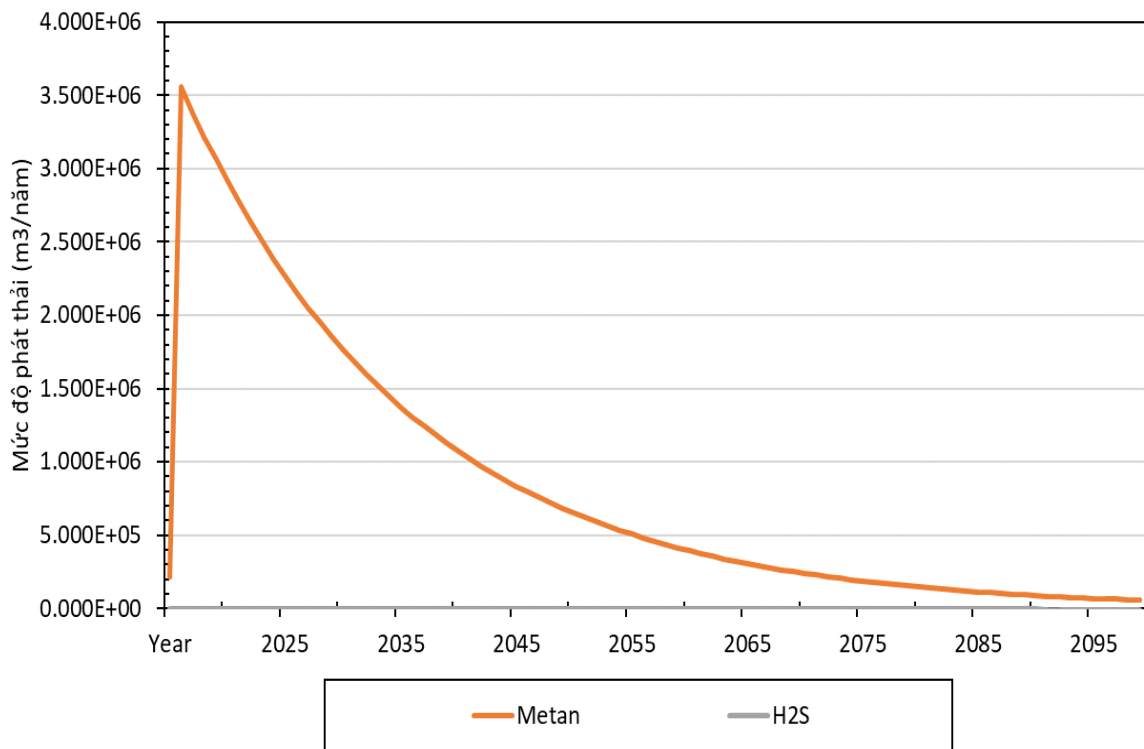


**Bảng 3. 3 Tải lượng một số khí thải phát sinh từ BCL tạm số 3 vào năm 2023, 2027**

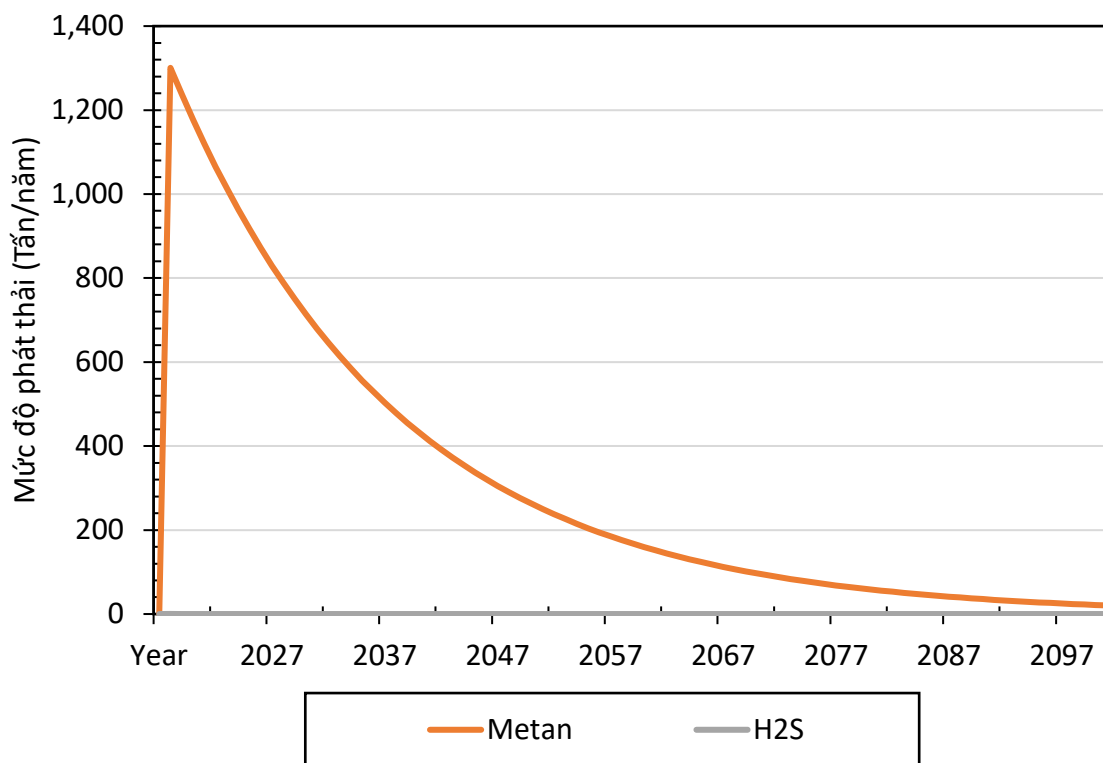
Gas / Pollutant (*)	Emission Rate				
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(av ft <sup>3</sup> /min)	(ft <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
<b>Năm 2023</b>					
Total landfill gas	8.018E+03	6.420E+06	4.314E+02	2.267E+08	8.819E+03
Methane	2.142E+03	3.210E+06	2.157E+02	1.134E+08	2.356E+03
Hydrogen sulfide	3.276E-01	2.311E+02	1.553E-02	8.162E+03	3.604E-01
Carbon dioxide	5.876E+03	3.210E+06	2.157E+02	1.134E+08	6.464E+03
NMVOCS	1.381E+01	3.852E+03	2.588E-01	1.360E+05	1.519E+01
<b>Năm 2027</b>	7.760E-02	3.210E+01	2.157E-03	1.134E+03	8.536E-02
Total landfill gas	6.244E+03	5.000E+06	3.359E+02	1.766E+08	6.868E+03
Methane	1.668E+03	2.500E+06	1.680E+02	8.829E+07	1.835E+03
Hydrogen sulfide	2.551E-01	1.800E+02	1.209E-02	6.357E+03	2.807E-01
Carbon dioxide	4.576E+03	2.500E+06	1.680E+02	8.829E+07	5.034E+03
NMVOCS	1.075E+01	3.000E+03	2.016E-01	1.059E+05	1.183E+01
(*) Trong bảng trích lục một số khí thải đặc trưng, kết quả đầy đủ của mô hình LandGEm được thể hiện trong phụ lục của luận văn					



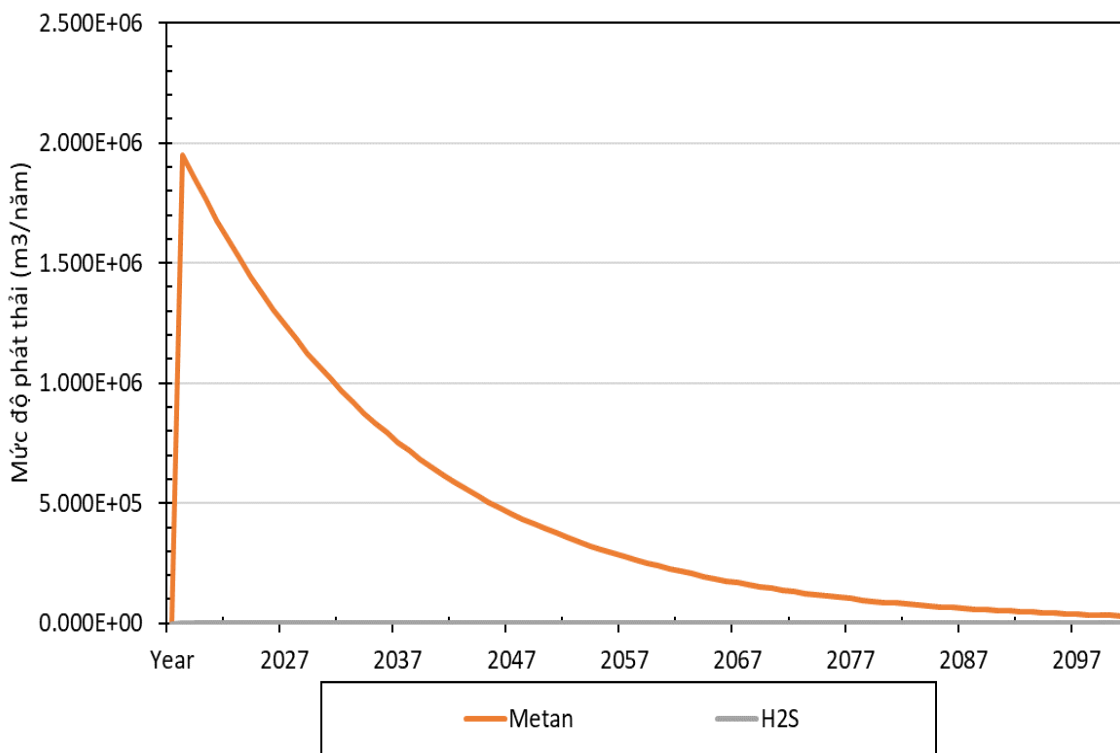
**Hình 3. 1 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 1 (tấn/năm)**



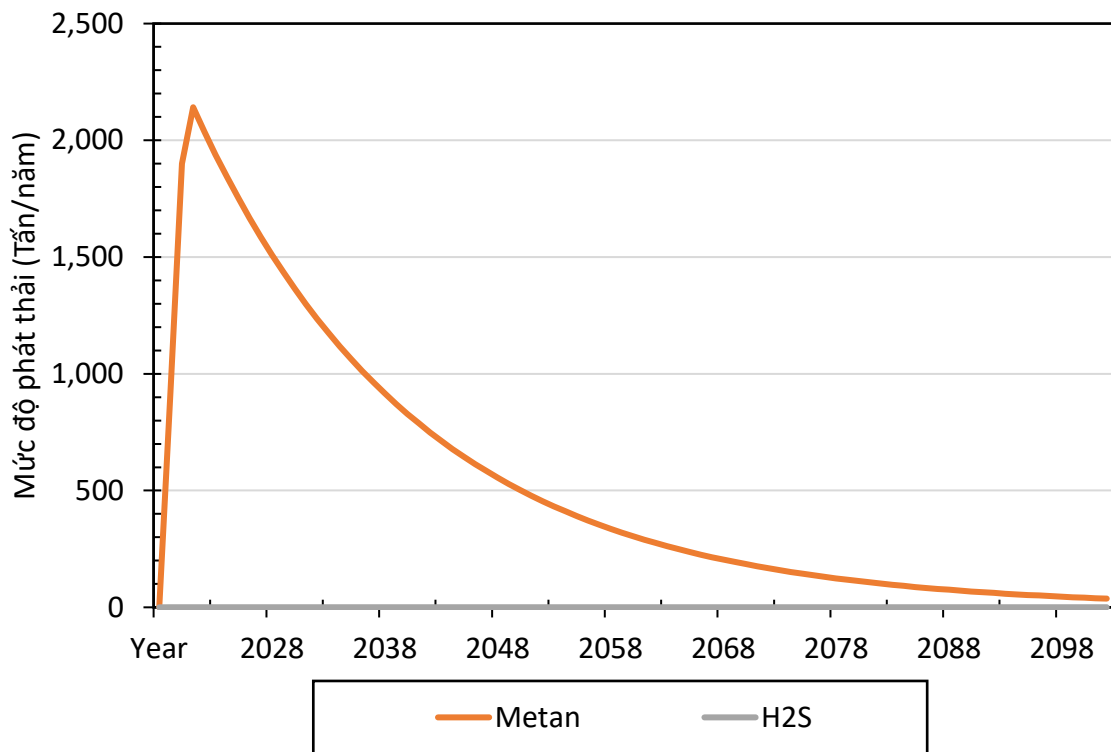
**Hình 3. 2 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 1 (m³/năm)**



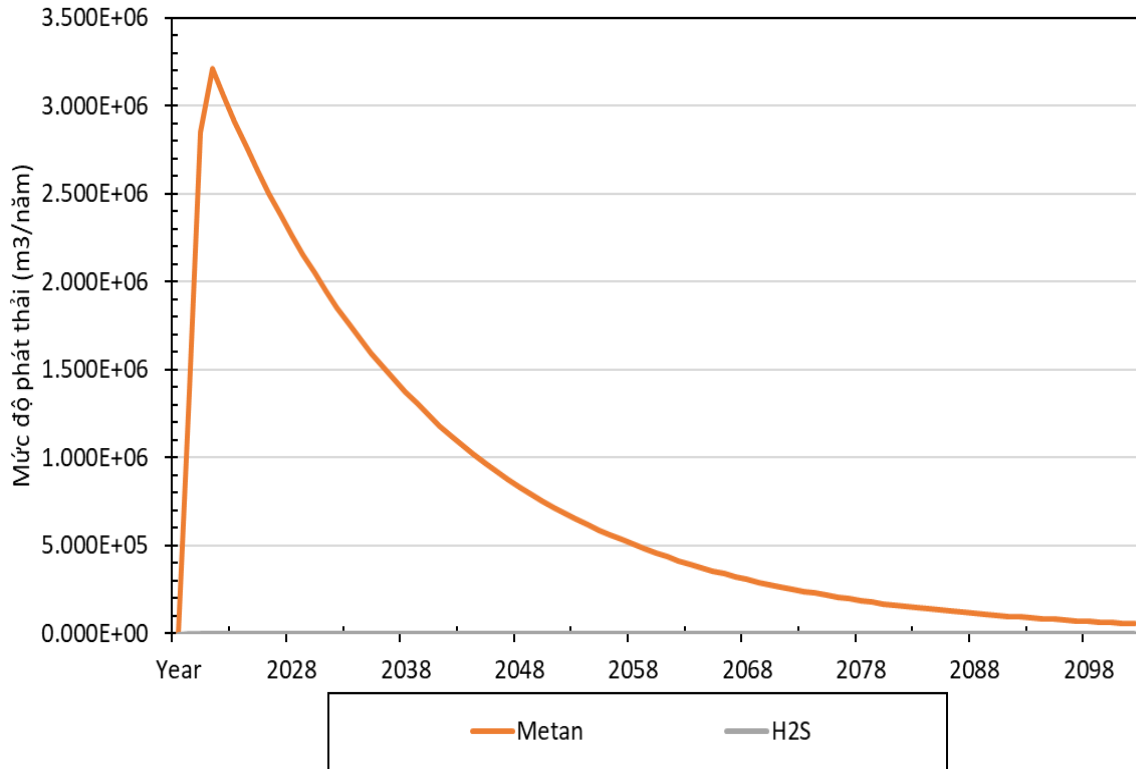
**Hình 3.3** Mức độ phát thải tại BCL tạm số 2 (tấn/năm)



**Hình 3.4** Mức độ phát thải tại BCL tạm số 2 (m³/năm)



**Hình 3. 5 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 3 (tấn/năm)**



**Hình 3. 6 Mức độ phát thải tại BCL tạm số 3 (m3/năm)**

**Bảng 3. 4 Bảng so sánh tải lượng khí thải CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S phát sinh tại một số BCL đã công bố trên Thế Giới**

TT	Khu vực nghiên cứu	Diện tích bãi chôn lấp (m <sup>2</sup> )	Phát thải CH <sub>4</sub> (tấn/năm)	Phát thải H <sub>2</sub> S (tấn/năm)
1	Sisdol Landfill (Nepal)[33]	20.000		1.2 E-01
2	Kerman landfill (Iran)[19]	6.000.000	6.22 E+05	
3	Hamedan Landfill (India)[32]	1.640.000	2.446E+08	
4	Yasui Landfill (Iran) [34]	250.000	6.028E+03	
5	Akrotiri landfill (Greece)[20]	130.000		1.10 × 10 <sup>-1</sup>
6	Nghiên cứu này (Hạ Long, Quảng Ninh)			
6.1	BCL số 1	14.300	9.707E+02	1.485E-01
6.2	BCL số 2	10.250	1.119E+03	1.712E-01
6.3	BCL số 3	40.300	2.142E+03	3.276E-01

Dựa vào bảng 3.4 cho thấy, nồng độ khí thải phát sinh ra tại các khu vực BCL đều có sự tỉ lệ thuận với phạm vi diện tích bãi chôn lấp, diện tích BCL càng lớn thì phát thải khí CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S càng nhiều, tuy nhiên lượng phát thải tại khu vực nghiên cứu có nồng độ cao hơn hẳn các khu vực còn lại trong bảng. Dù diện tích các BCL nhỏ hơn so với các khu vực còn lại, nhưng tỷ lệ phát thải CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S cao hơn, điều này có thể lí giải nguyên nhân do điều kiện khí hậu tại khu vực nghiên cứu. Việt Nam nằm trong khu vực, nóng ẩm, mưa nhiều, chính yếu tố môi trường thuận lợi này tạo điều kiện thuận lợi cho sự phát triển vi sinh vật trong điều kiện yếm khí, làm gia tăng tốc độ phát thải CH<sub>4</sub> và H<sub>2</sub>S nhanh hơn vào trong môi trường.

### **3.2 Đánh giá và dự báo sự khuếch tán của CH<sub>4</sub> và H<sub>2</sub>S tại thời điểm hiện tại**

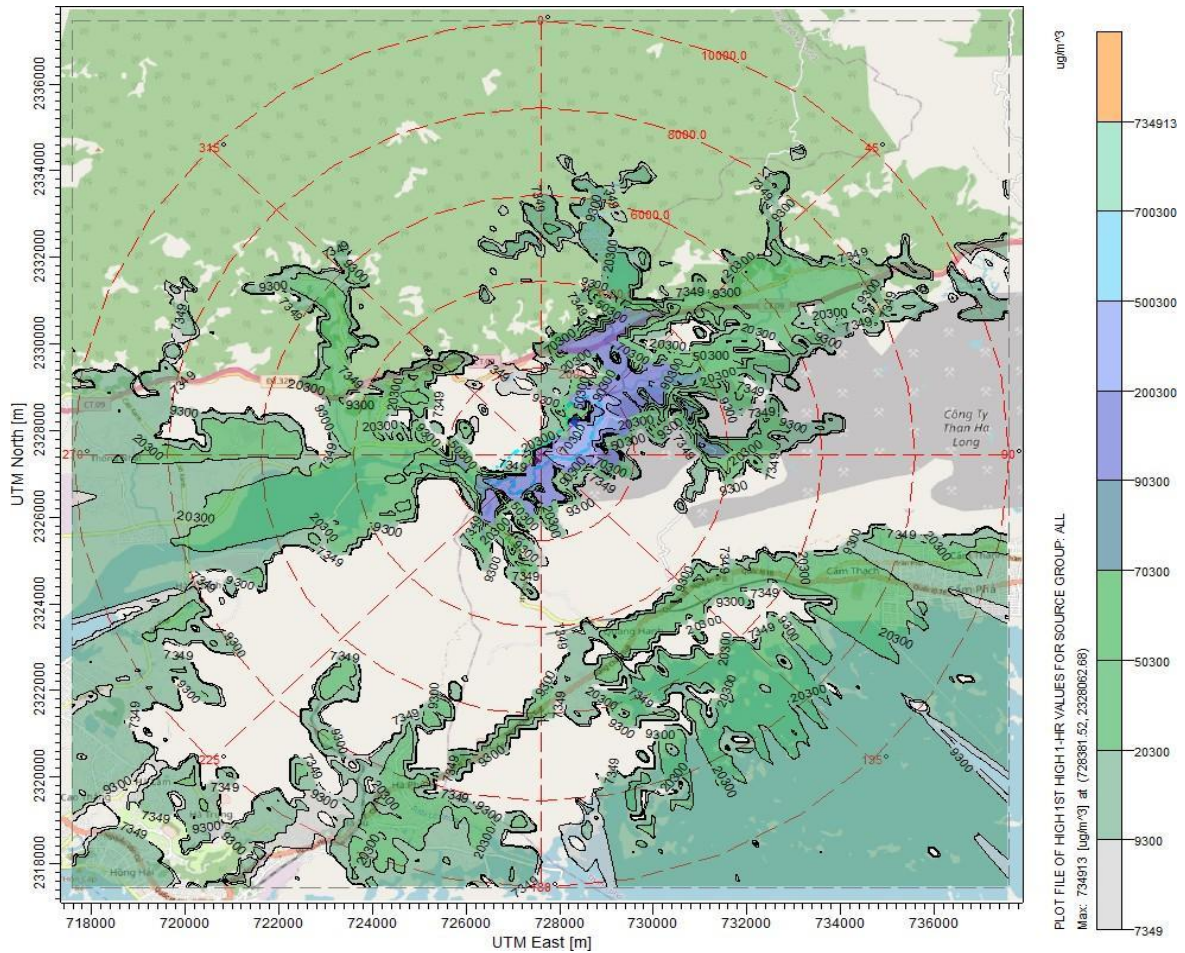
Từ kết quả mô hình LandGEM ở bảng 3.1 đến 3.3 ở trên, lượng khí nhà kính và khí thải độc hại phát thải từ bãi rác tính theo năm đã được dự báo. Trong khuôn khổ nghiên cứu này không cho phép làm hết mô hình đánh giá khả năng lan truyền của tất cả các chất mà chỉ tập trung vào 2 chất CH<sub>4</sub> và H<sub>2</sub>S.

### 3.2.1 Khuếch tán $CH_4$ (Metan) trong không khí

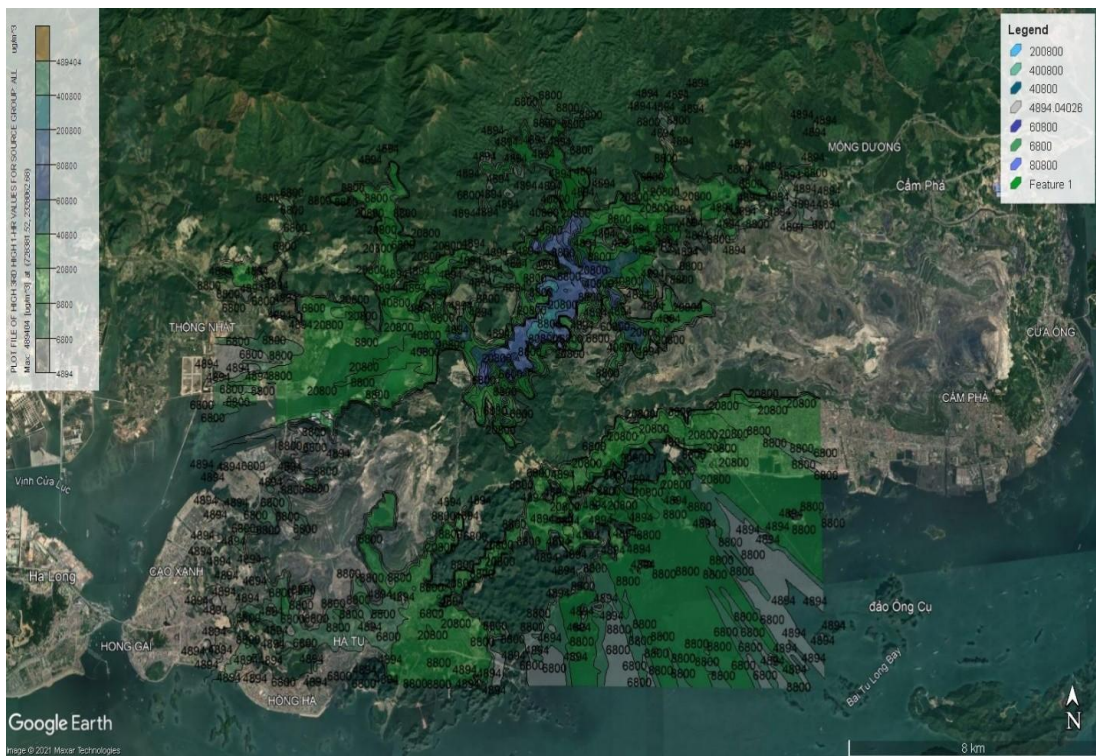
#### a. Nồng độ Metan lớn nhất

Kết quả mô phỏng trường hợp đồng độ chất ô nhiễm lớn nhất có thể xảy ra với dữ liệu khí tượng T1/2018 đến T12/2020 cho trung bình 1 giờ, trung bình 24h, trung bình năm đối với Metan được thể hiện từ Hình 3.7 đến Hình 3.11. Đánh giá kết quả chi tiết như sau:

Nồng độ Metan trung bình 1h ở đối với trường hợp lớn nhất (rank 1) là  $0.54 \text{ g/m}^3$ . Khu vực có độ cao này phân bố trong phạm vi tương đối rộng xung quanh khu vực khuôn viên công ty INDEVCO. Do tính chất bãi rác nguồn điện có độ phân tán lớn và độ cao thấp nên khu vực trung tâm khu xử lý rác sẽ chịu ảnh hưởng nhiều nhất và nồng độ các khí thải sẽ là nhiều nhất, không chỉ đối với metan mà ở tất cả các khí khác. Khu vực có nồng độ Metan cao hơn  $0.5 \text{ g/m}^3$  có thể kéo dài đến 4000m tính từ trung tâm khu vực xử lý rác. Ra ngoài phạm vi 10 km thì mức nồng độ metan ngoài không khí tối đa sẽ ở mức 0.05 đến  $0.09 \text{ g/m}^3$ . Nhìn chung địa hình có ảnh hưởng rất mạnh đến sự phân bố của Metan trong khí quyển. Những khu vực đồi núi và hoặc có địa hình cao sẽ ngăn cản đường lan truyền của các dòng khí thải phát sinh từ bãi rác khiến các dòng khí không thể vượt qua mà di chuyển sang hai bên và tạo nên những vùng có nồng độ khí thải cao xung quanh dãy núi. Ví dụ như đối với metan, bên cạnh khu vực trung tâm của bãi rác có nồng độ cao nhất thì một số khu vực khác như dải núi phía Tây Nam chạy dọc sang phía Đông với cao độ địa hình từ 100m đến 500m rất ít chịu ảnh hưởng từ khí thải nhưng các khu vực địa hình thấp hơn như Quang Hanh, Cẩm Thủy, dọc đường QL18B, khu vực mặt biển và một số các khu vực thung lũng xen kẽ giữa các ngọn đồi phía Đông Bắc có nồng độ khí cao hơn hẳn. Nhìn chung địa hình ngăn cản mạnh quá trình phân tán của khí thải trong khí quyển, tạo nên các khu vực có nồng độ khí thải cao thấp khác nhau xen kẽ giữa các vùng núi. Hình 4.8 bản đồ phân bố Metan được hiển thị lên bản đồ nền vệ tinh Google Earth để minh chứng rõ hơn vùng bị tác động. Các mức rank 2 và rank 3 của nồng độ metan trung bình 1h lần lượt là  $0,697$  và  $0,696 \text{ g/m}^3$  rất gần với mức rank 1 cho thấy nồng độ metan tối đa trong môi trường cũng có thể xảy ra với tần suất cao hơn.

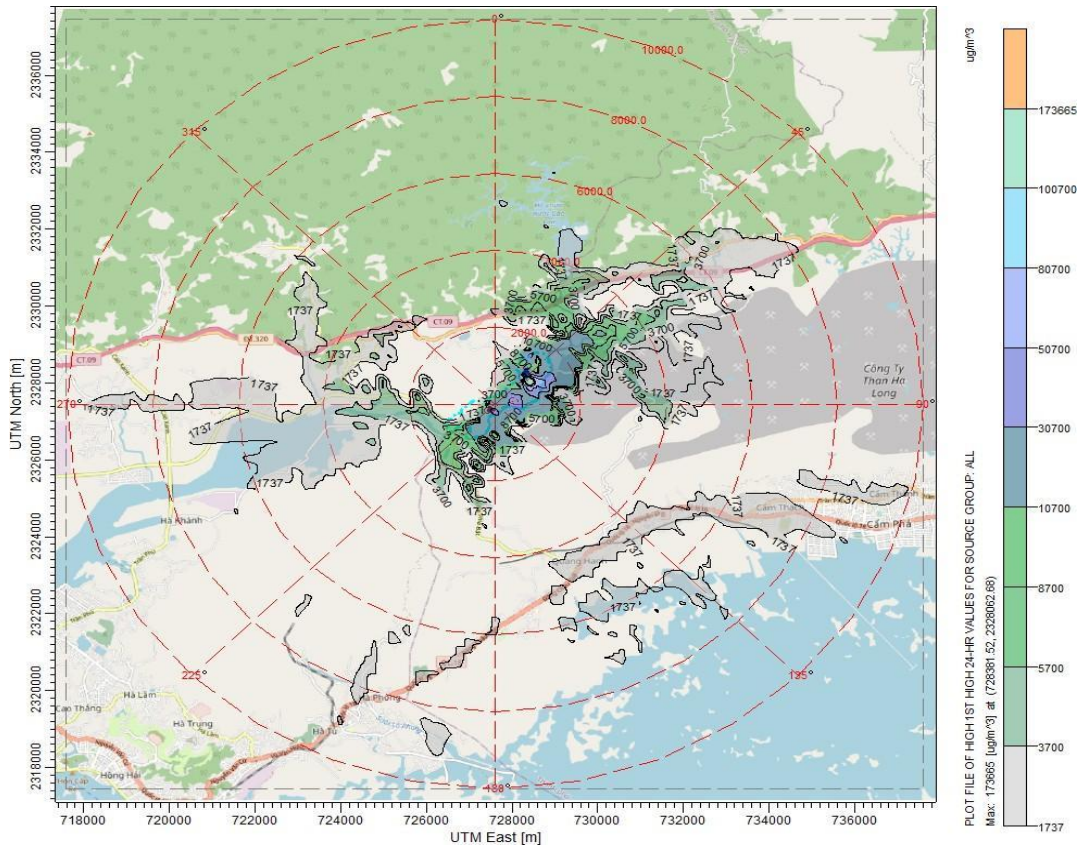


**Hình 3. 7 Kịch bản năm 2023 – Nồng độ Metan trung bình 1h cao nhất (1Hr Rank)**



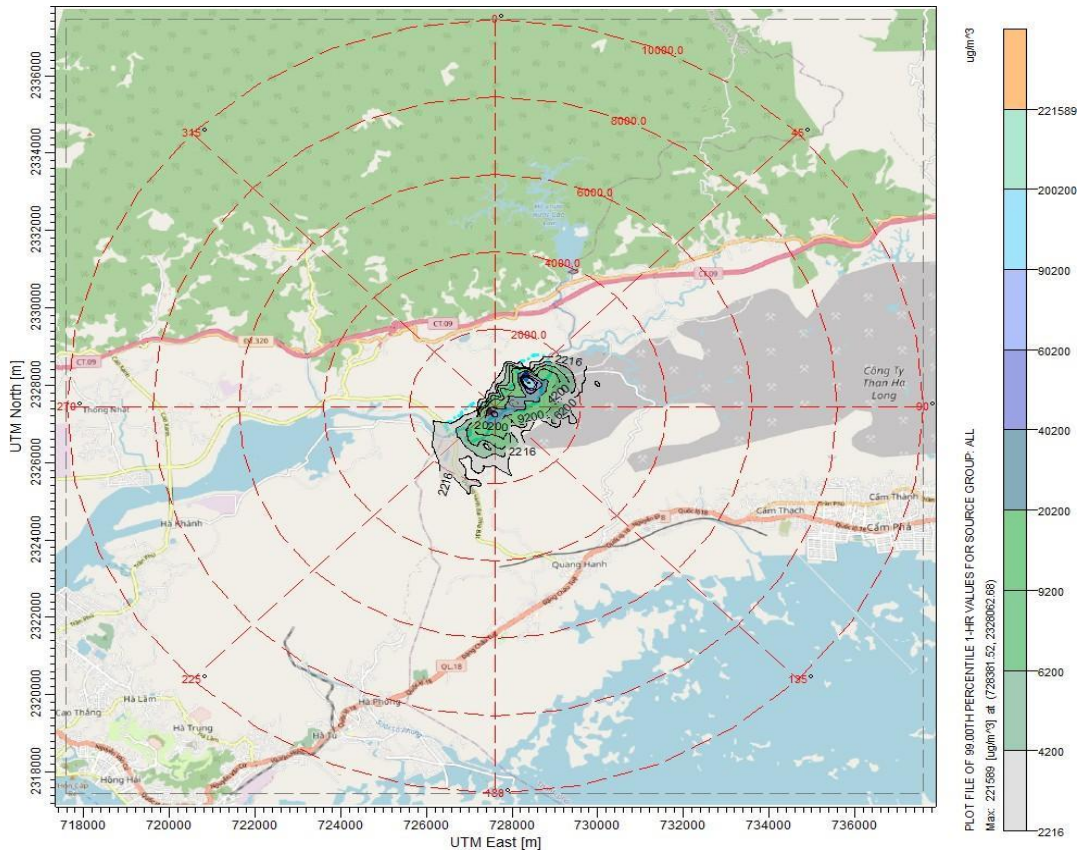
**Hình 3. 8 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ Metan trung bình 1h cao nhất trên nền bản đồ vệ tinh (1Hr Rank 1)**

- Với thí nghiệm Metan trung bình 24h liên tục, hàm lượng đạt mức cao nhất là trên  $0,173 \text{ g/m}^3$  (rank 1). Các trường hợp rank 2 và rank 3 tương ứng do đó đều xấp xỉ rank 1 và cao so với mức quy định, lần lượt là  $0,132 \text{ g/m}^3$  và  $0,132 \mu\text{g/m}^3$ . Trong kịch bản phát thải trung bình 24h thì ở cả ba mức cao nhất đều có phạm vi ảnh hưởng chủ yếu trong bán kính 4km tính từ trung tâm khu vực chôn lấp rác thải.

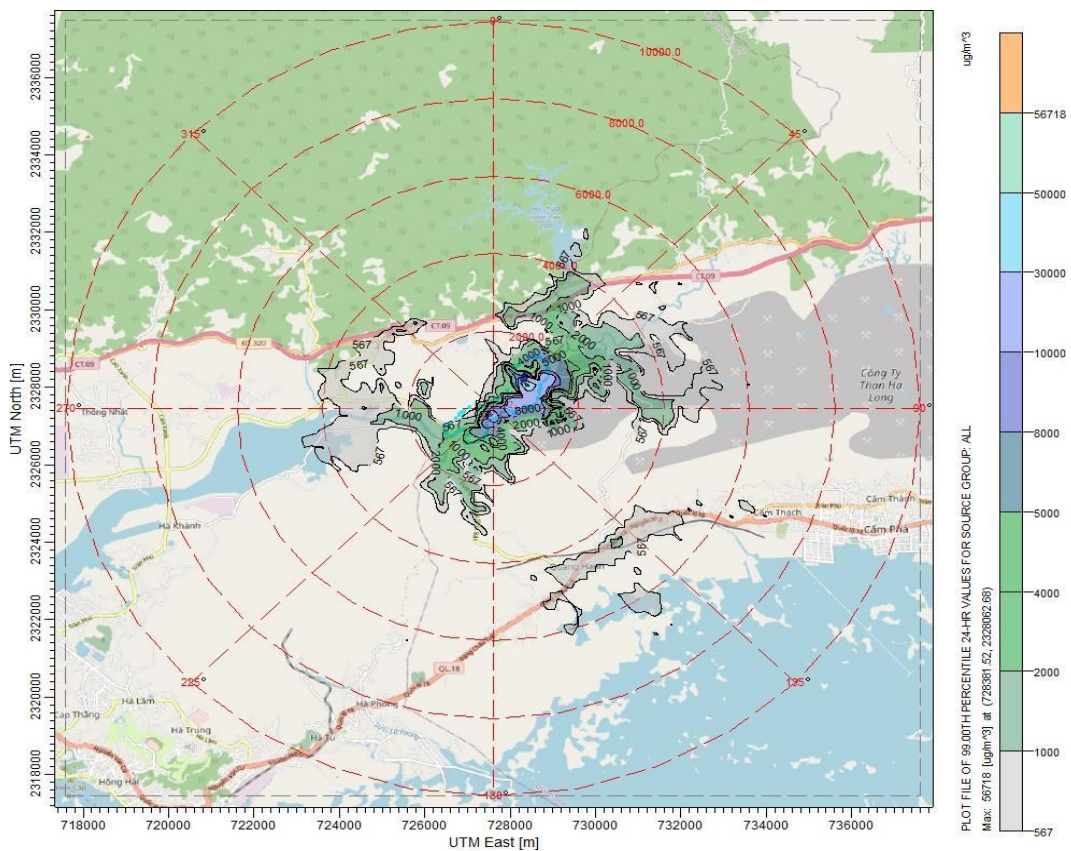


**Hình 3. 9 Kịch bản năm 2023 -Nồng độ Metan trung bình 24h cao nhất**





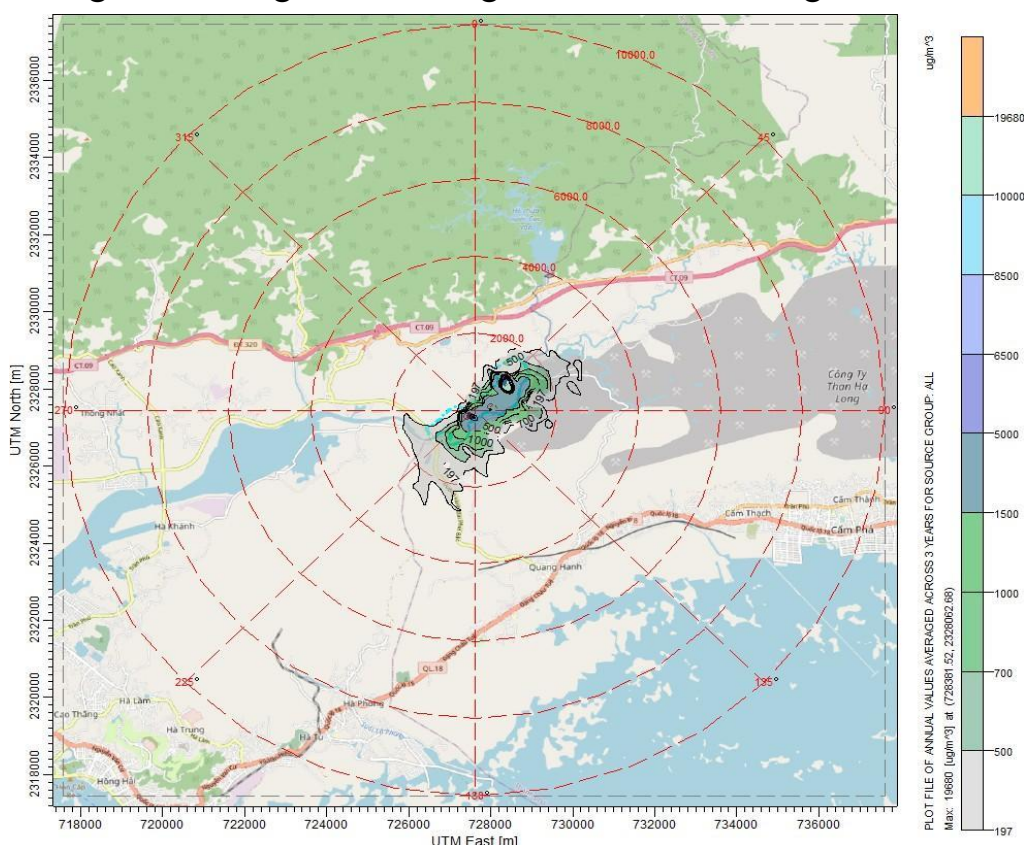
**Hình 3. 10 Kịch bản năm 2023- Nồng độ Metan trung bình 1 giờ ở phân vị thứ 99 (99<sup>th</sup> Percentile)**



**Hình 3. 11 Kịch bản năm 2023- Nồng độ Metan trung bình 24 giờ ở phân vị thứ 99 (99<sup>th</sup> Percentile)**

### b. Nồng độ Metan trung bình năm

Nồng độ trung bình năm của Metan trong suốt thời gian mô phỏng được chi tiết tại Hình 3.12. Kết quả mô phỏng cho thấy nồng độ Metan trong kịch bản 2023 sẽ lên đến tối đa 0,019 g/m<sup>3</sup> trong phạm vi 0-2000m xung quanh khu vực chôn lấp. Kết quả trung bình năm thể hiện rất rõ ràng khu vực chịu ảnh hưởng lớn nhất từ quá trình phân hủy của bãi rác là trung tâm khu vực xử lý rác thải và mở rộng khoảng 600 - 800 về phía Tây Nam và Đông Bắc. Địa hình ảnh hưởng mạnh đến quá trình phân tán chất khí trong khí quyển nên các khu vực phía Tây Bắc và Đông Nam không bị ảnh hưởng nhiều như các hướng còn lại.



**Hình 3. 12 Kịch bản năm 2023 Nồng độ Metan trung bình năm**

### c. Nồng độ Metan theo mùa và theo tháng

Trong kịch bản năm 2023, nồng độ Metan lớn nhất 1 giờ và 24 giờ theo các mùa được thể hiện chi tiết tại phụ lục A và Bảng 3.1 của luận văn. Kết quả mô phỏng cho thấy hàm lượng Metan cực đại trong không khí đều giữa các mùa đều khá tương đồng với nhau cũng như tương đồng với mức lớn nhất trong ba năm. Kết quả mô phỏng cho thấy trường hợp phát thải lớn nhất hoàn toàn có thể xảy ra trong tất cả các mùa. Tuy nhiên kết quả trung bình tháng cao nhất cho thấy mùa xuân và mùa thu có xu hướng ô nhiễm cao hơn mùa hạ và mùa đông.

### d. Đánh giá khả năng xảy ra của các trường hợp ô nhiễm Metan

Phân bố nồng độ của metan theo một số khả năng (xác suất) xảy ra được thể hiện chi tiết từ Hình 3.7 tới Hình 3.12. Kết quả chi tiết như sau:

- Metan trung bình 1h ở 99<sup>th</sup> percentile – nồng độ đại diện cho xác suất 1% xảy ra (mức rất hiếm gặp) cao nhất là 0,221 g/m<sup>3</sup>.

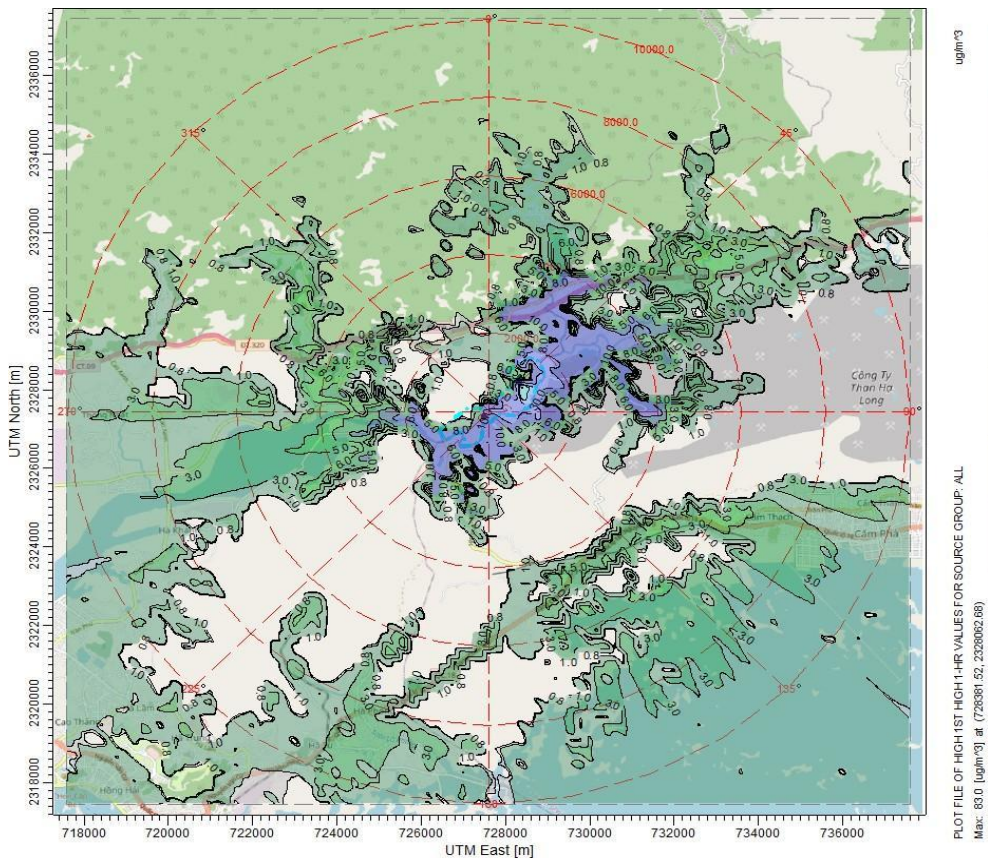
Khoảng cách giữa phân vị 99<sup>th</sup> percentile tới các mức rank 1 (0,73 g/m<sup>3</sup>), rank 2 (0,69 g/m<sup>3</sup>) và rank 3 (0,69g/m<sup>3</sup>) là rất lớn. Như vậy có thể đánh giá các mức nồng độ Metan trung bình 1 giờ rank 1, rank 2 và rank 3 là rất hiếm khi có thể xảy ra và không mang tính đại diện.

Tương tự như đánh giá mức trung bình 1h ở các phân vị khác nhau, đánh giá xác suất xuất hiện của các trường hợp nồng độ trung bình 24h đều cho ra cùng một kết luận là mức độ ô nhiễm phát sinh từ dự án tối đa đều cao hơn đáng kể so với phân vị thứ 99, thể hiện các kịch bản hiếm khi xảy ra.

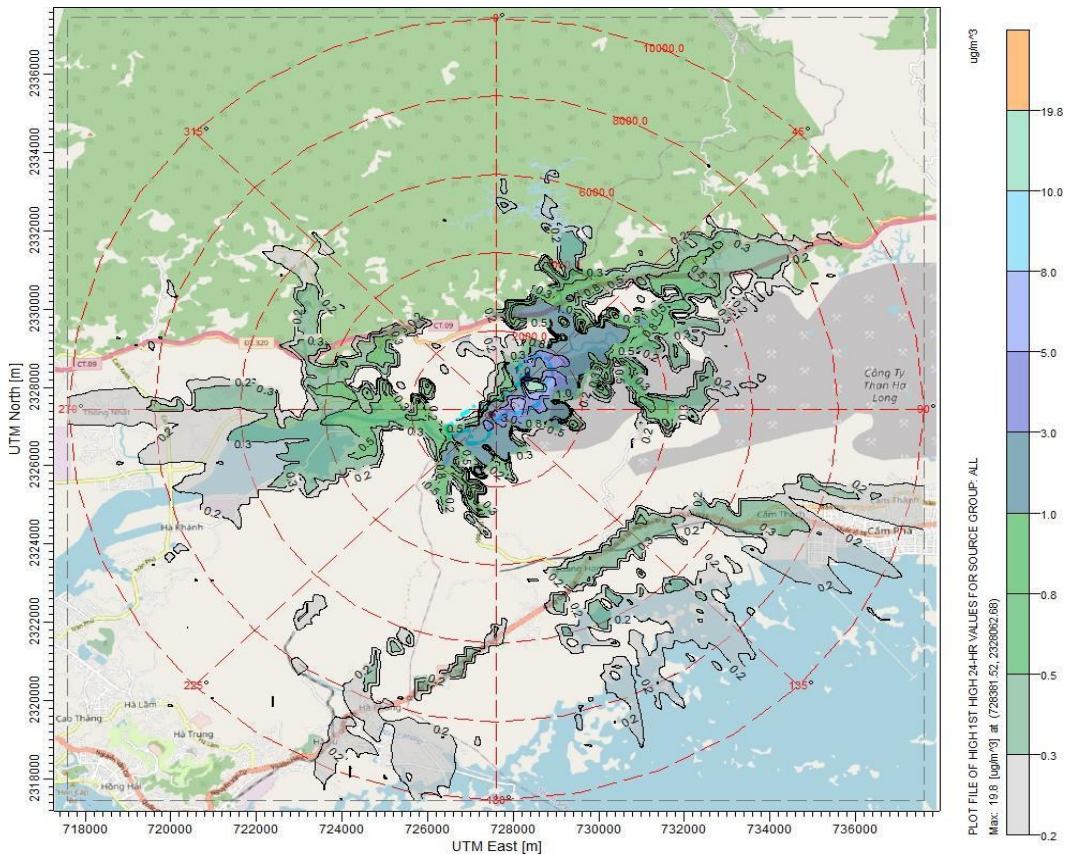
### **3.2.2 Khuyếch tán Hydrogen Sulfide trong không khí**

#### *a. Nồng độ H<sub>2</sub>S lớn nhất*

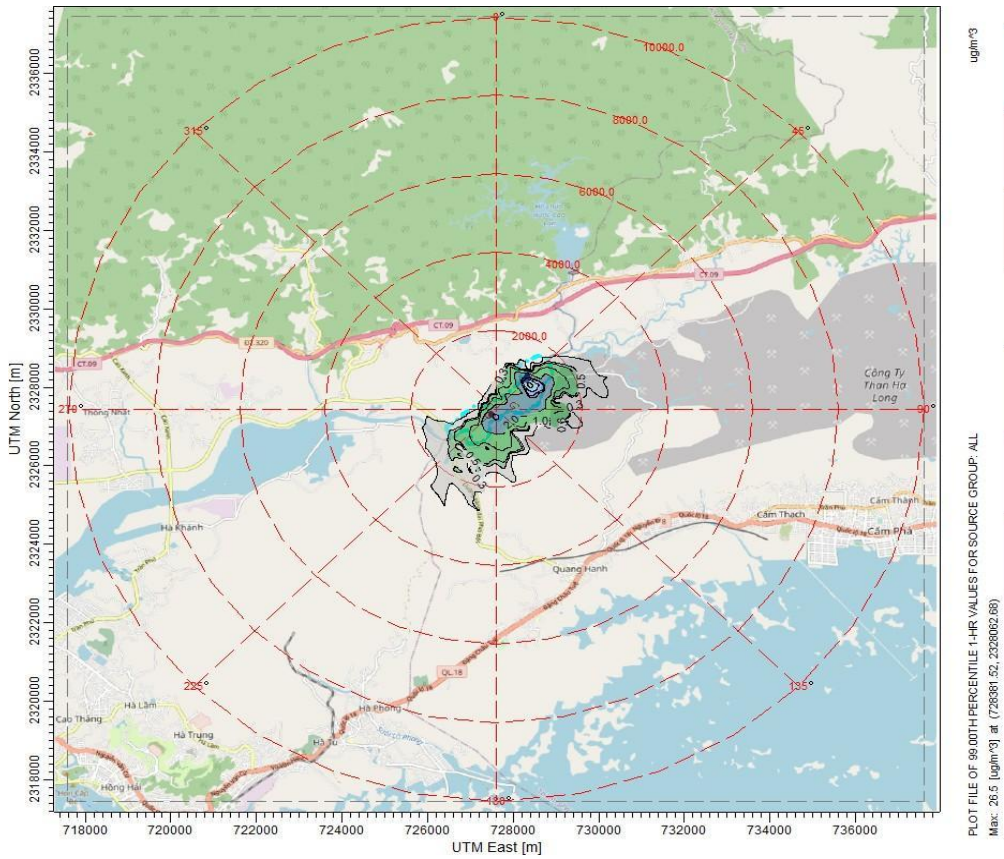
Khuếch tán của H<sub>2</sub>S trong không khí được mô phỏng tại Hình 3.13 đến Hình 3.17. Nồng độ H<sub>2</sub>S giai đoạn 2023 theo mô phỏng ở thời điểm cực đại có thể lên đến 83 µg/m<sup>3</sup> trung bình 1 giờ phát thải, cao hơn 2 lần so với nồng độ tối đa được phép quy định trong QCVN 06-2009/BTNMT là tối đa 42µg/m<sup>3</sup> trung bình 1 giờ. Phân bố không gian của H<sub>2</sub>S trong khí quyển thể hiện vùng ô nhiễm cực đại này rất bé, chỉ nằm sát khu vực có 3 BCL rác tạm. Nồng độ phổ biến của H<sub>2</sub>S trong khuôn viên bãi xử lý CTR của công ty INDEVCO ở kịch bản cực đại này phổ biến ở mức 10 – 50 µg/m<sup>3</sup>, trung bình 30 µg/m<sup>3</sup> xấp xỉ ngưỡng cho phép. Bên ngoài khuôn viên khu vực BCL thì bán kính ảnh hưởng lớn nhất kéo dài đến khoảng 2.000m về phía Tây Nam hoặc Đông Bắc. Bên ngoài khoảng cách 6000m thì nồng độ H<sub>2</sub>S xuống dưới mức 10 µg/m<sup>3</sup>, thấp hơn nhiều so với mức tối đa được phép.



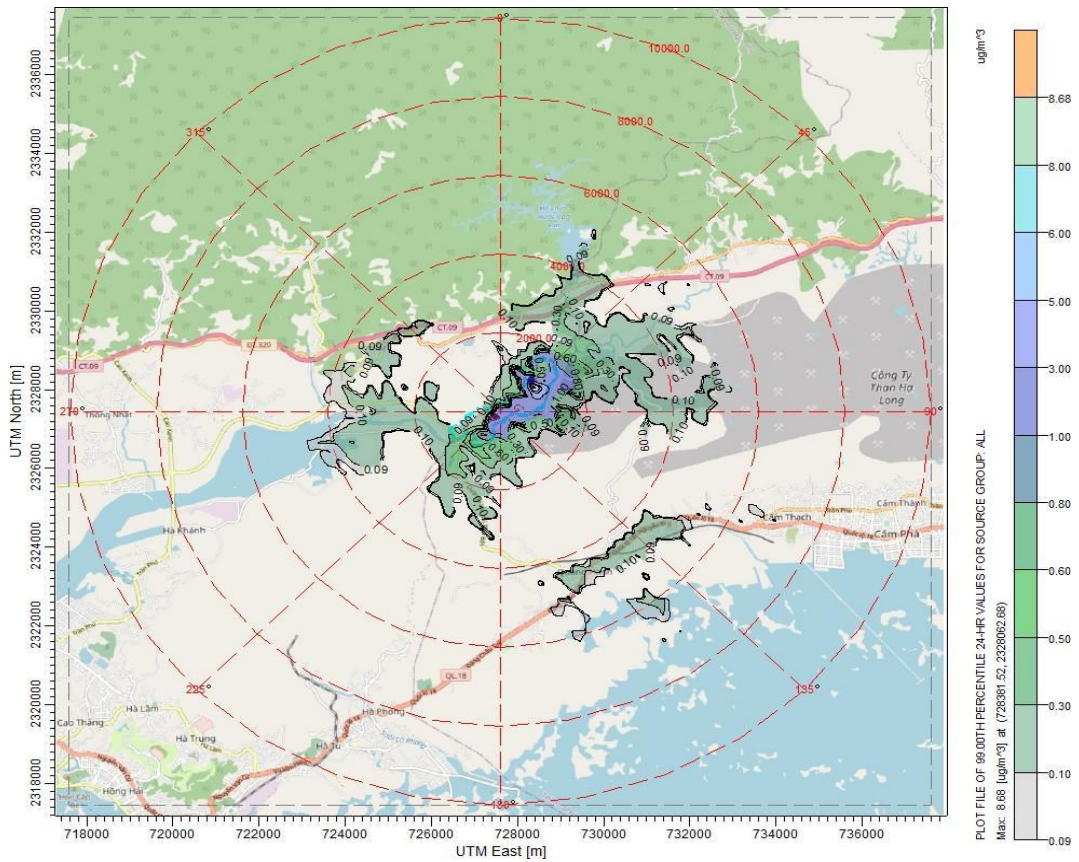
**Hình 3. 13 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1 giờ lớn nhất (Rank 1)**



**Hình 3. 14 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24 giờ lớn nhất (Rank 1)**



**Hình 3. 15 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1 giờ lớn phân vị thứ 99th**

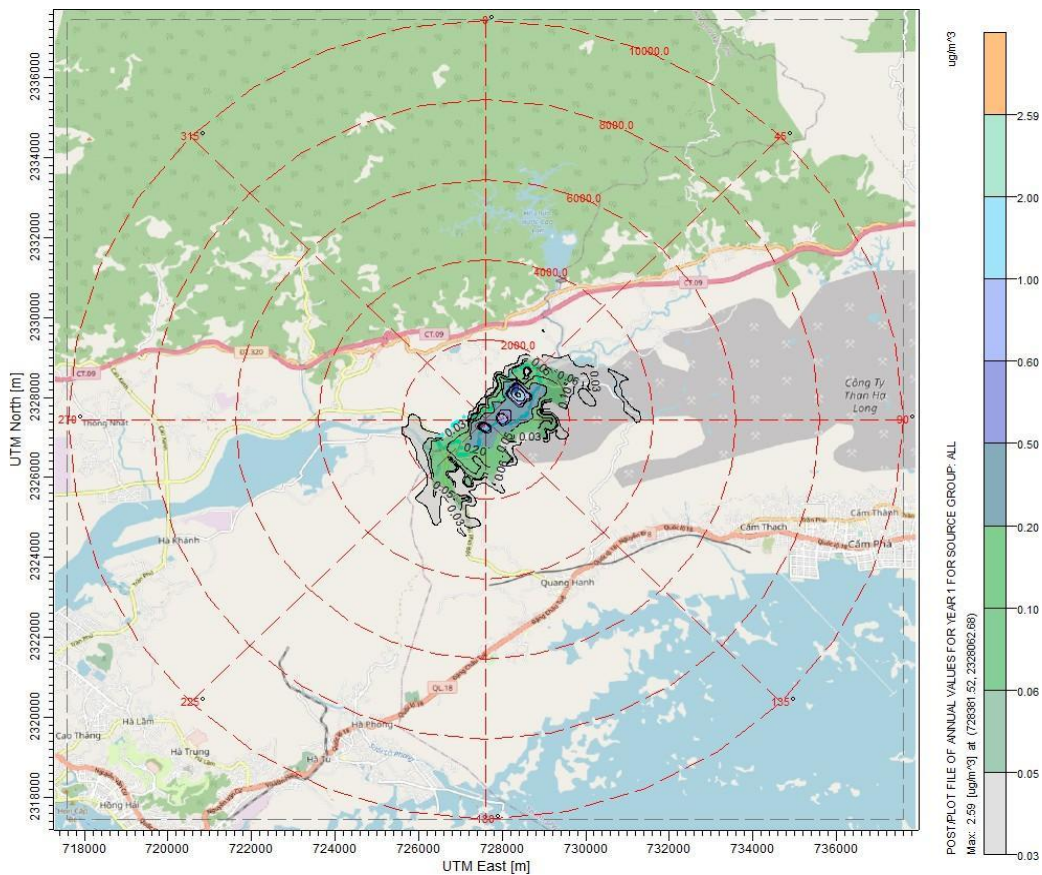


**Hình 3. 16 Kịch bản năm 2023 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24 giờ lớn phân vị thứ 99th**

Đối với mức phát thải trung bình 24h lớn nhất, nồng độ cao nhất của H<sub>2</sub>S trong môi trường không khí xung quanh khuôn viên của công ty INDEVCO dưới 8 µg/m<sup>3</sup> và ngoài khuôn viên chủ yếu thấp hơn 1 µg/m<sup>3</sup>.

*b. Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình năm*

Ở mức trung bình năm thì nồng độ phổ biến của H<sub>2</sub>S từ các BCL ảnh hưởng tới môi trường không khí là dưới 2.5 µg/m<sup>3</sup>, chủ yếu tập trung trong khuôn viên của công ty INDEVCO. Kết quả mô phỏng trung bình năm thể hiện có thể có những thời điểm khác nhau khí thải ảnh hưởng tới môi trường bên ngoài nhưng những trường hợp như vậy không nhiều và không ảnh hưởng nhiều và nghiêm trọng. Khu vực chịu tác động lớn nhất tập trung chủ yếu trong khuôn viên của công ty INDEVCO.



**Hình 3. 17 Kịch bản năm 2023 Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình năm**

*c. Nồng độ H<sub>2</sub>S lớn nhất và trung bình theo mùa*

Tương tự như mức trung bình năm, mức trung bình mùa của H<sub>2</sub>S tại các kịch bản đều rất thấp (Phụ lục A) và rất tương đồng với kịch bản phát thải trung bình năm.

*d. Đánh giá khả năng xảy ra của các trường hợp ô nhiễm H<sub>2</sub>S*

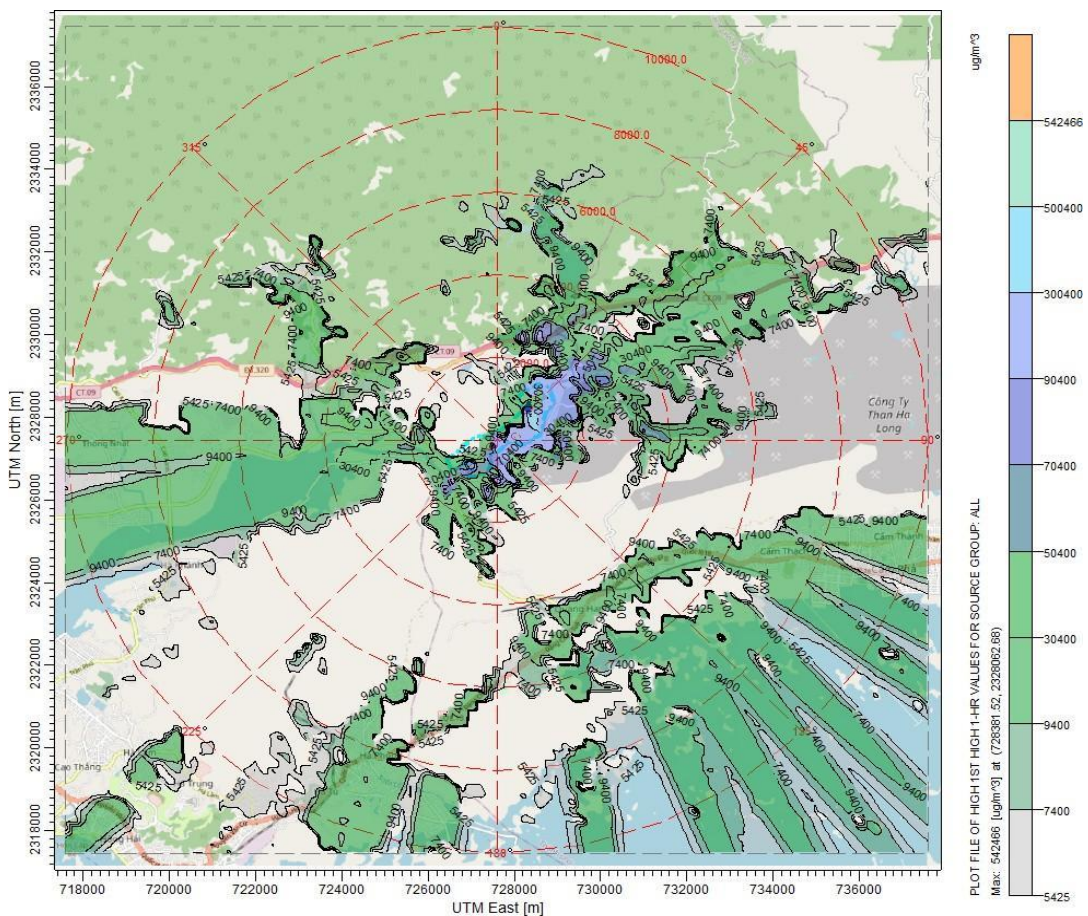
Nồng độ của H<sub>2</sub>S trong kịch bản phân vị thứ 99 đạt mức cao nhất 28,5 µg/m<sup>3</sup> và phổ biến ở mức từ 5-10 µg/m<sup>3</sup> trong khuôn viên công ty INDEVCO. Kịch bản

phân vị thứ 99 thấp hơn đáng kể so với ngưỡng tối đa cho phép phát thải trung bình 1 giờ là  $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$  cho thấy kịch bản cực đoan tối đa không mang tính đặc trưng và hiếm khi xảy ra.

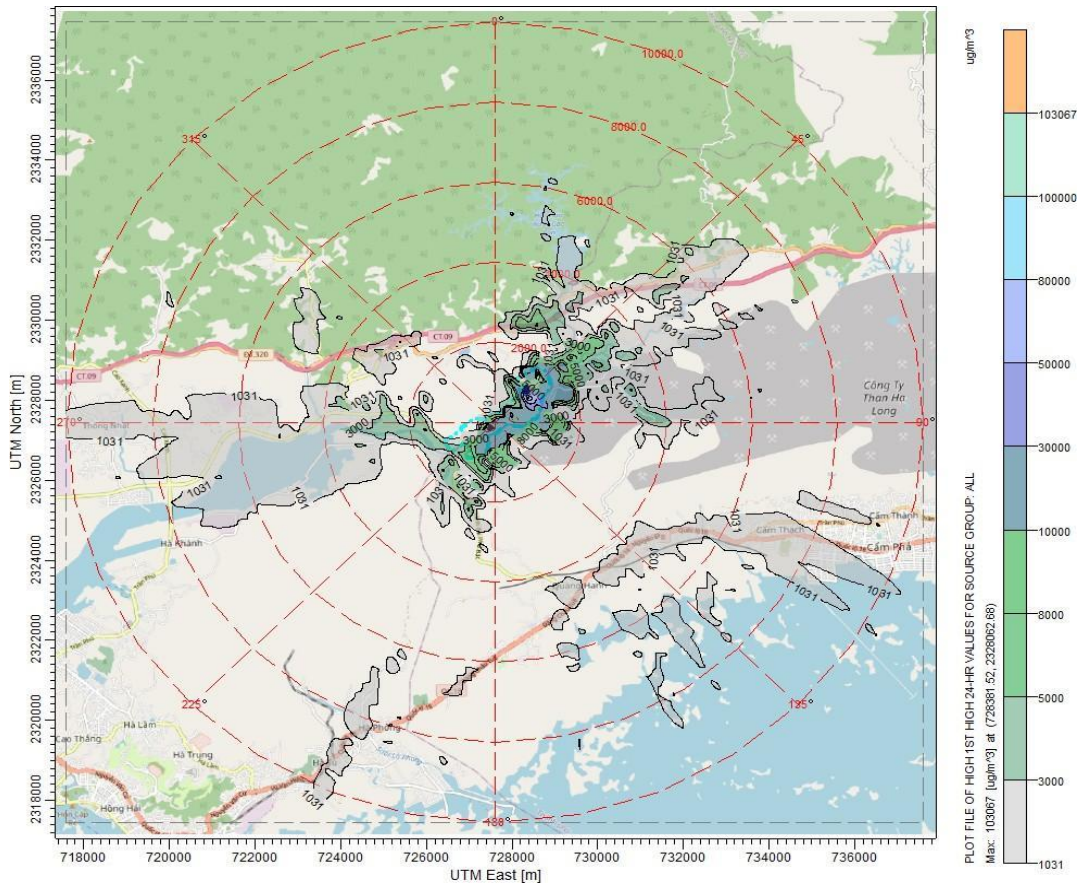
### 3.3. Đánh giá và dự báo sự khuếch tán của $\text{CH}_4$ và $\text{H}_2\text{S}$ năm 2027

Kịch bản chi tiết quá trình khuếch tán của các khí đại diện trong khí quyển phát sinh từ 3 BCL rác thải của công ty INDEVCO dự báo cho thời điểm 2027 được thể hiện chi tiết tại:

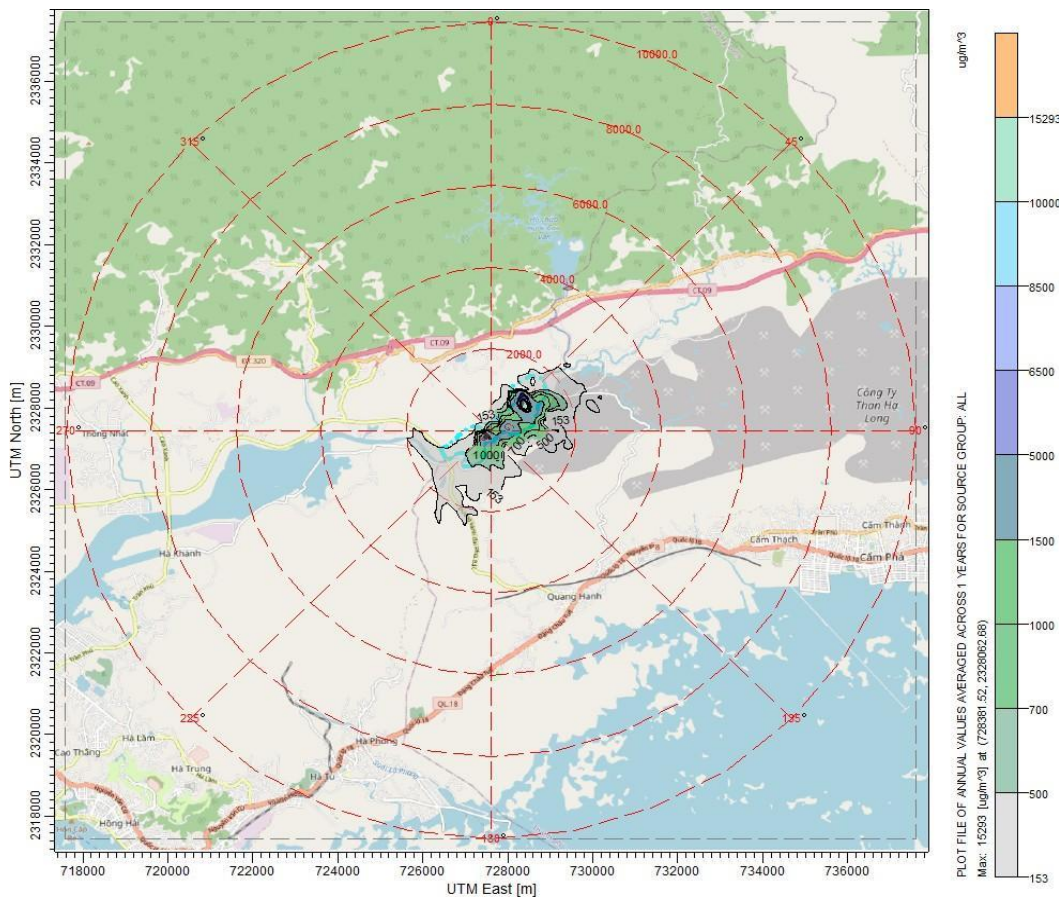
- Hình 3.18 đến Hình 3.22 cho Metan
- Hình 3.23 đến Hình 3.27 cho  $\text{H}_2\text{S}$



**Hình 3. 18 Kịch bản năm 2027 – Nồng độ Metan trung bình 1h cao nhất (1Hr Rank 1)**

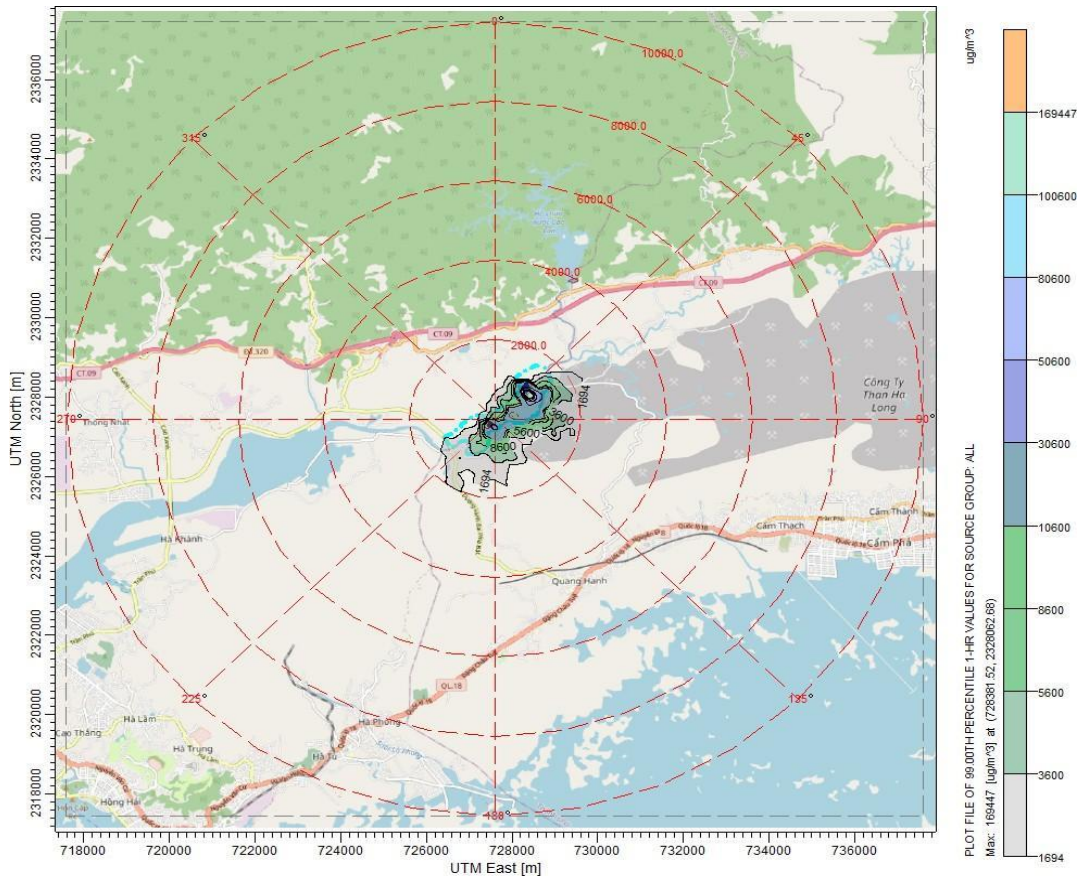


**Hình 3. 19 Kịch bản năm 2027 – Nồng độ Metan trung bình 24h cao nhất**

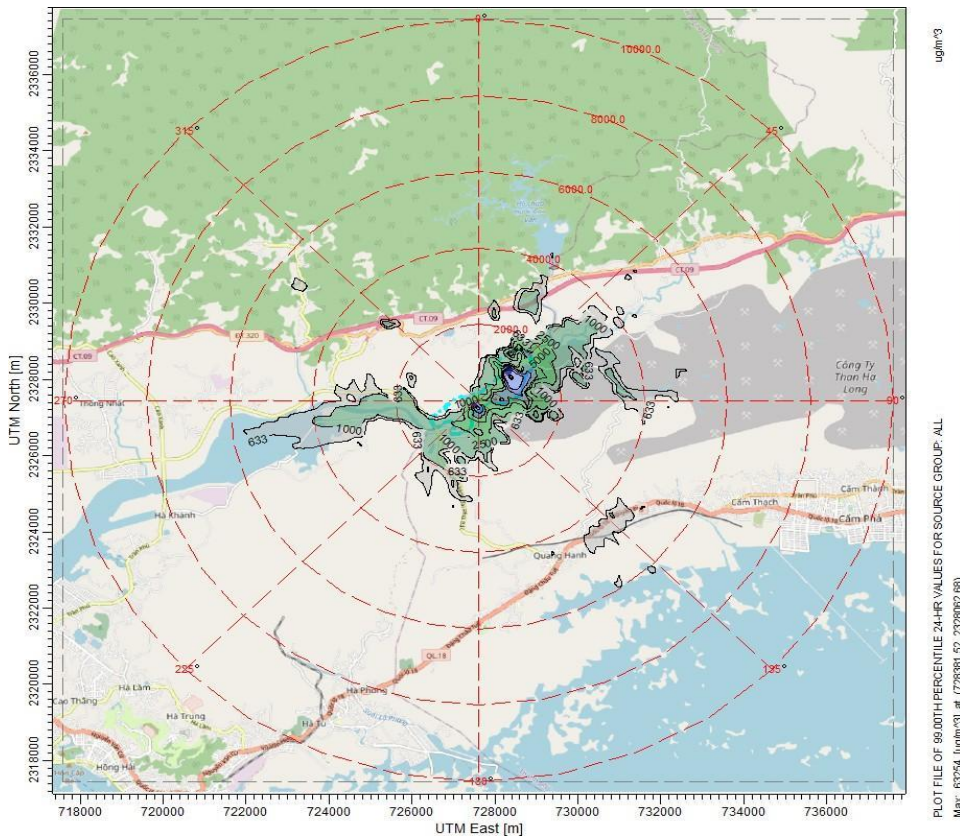


**Hình 3. 20 Kịch bản năm 2027 Nồng độ Metan trung bình năm**

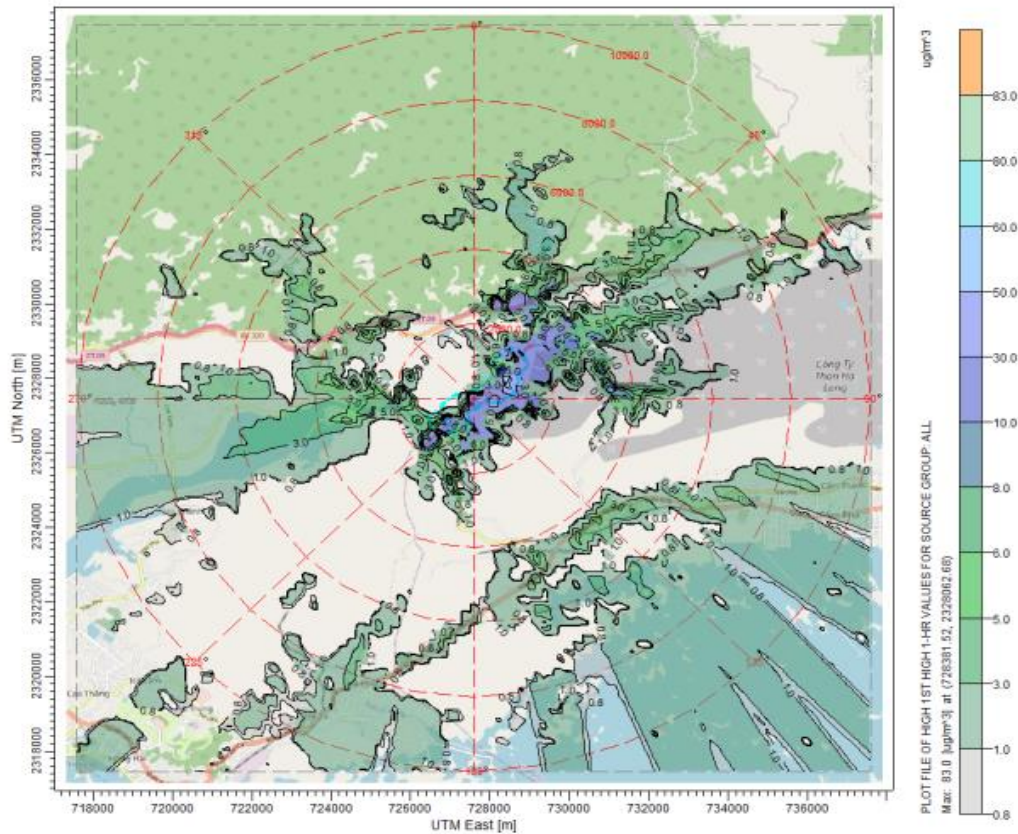




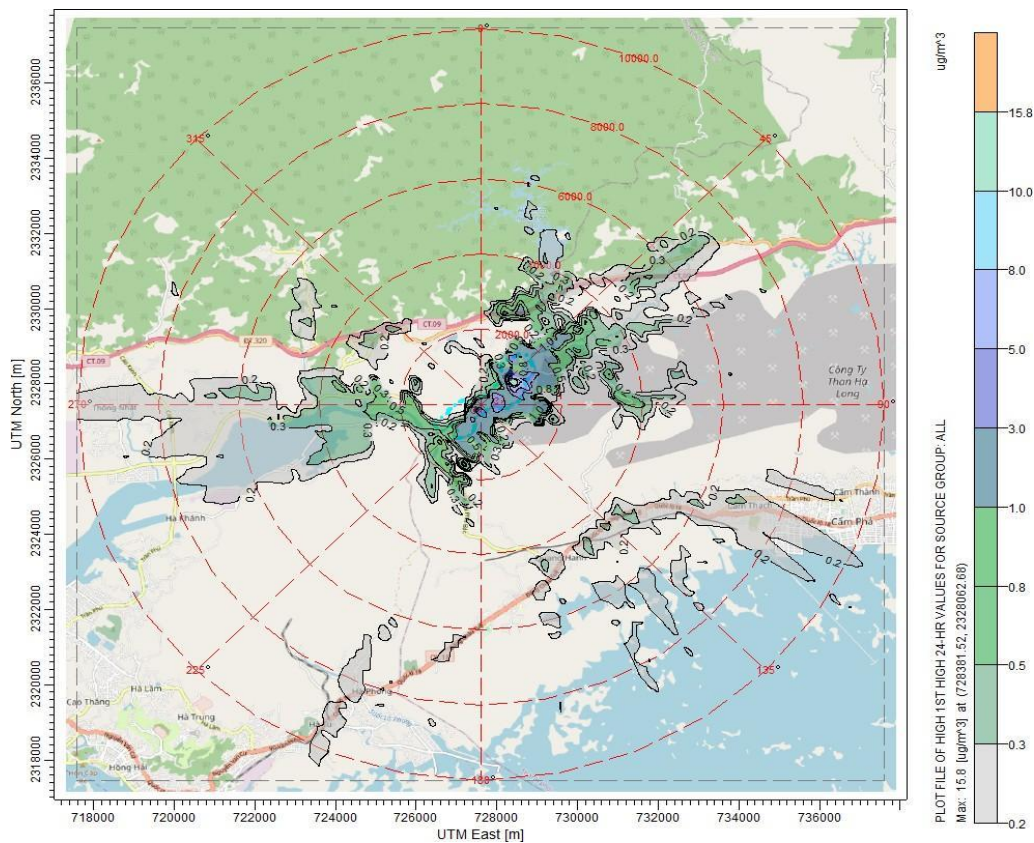
**Hình 3. 21 Kịch bản năm 2027 -Nồng độ Metan trung bình 1 giờ ở phân vị thứ 99 (99th Percentile)**



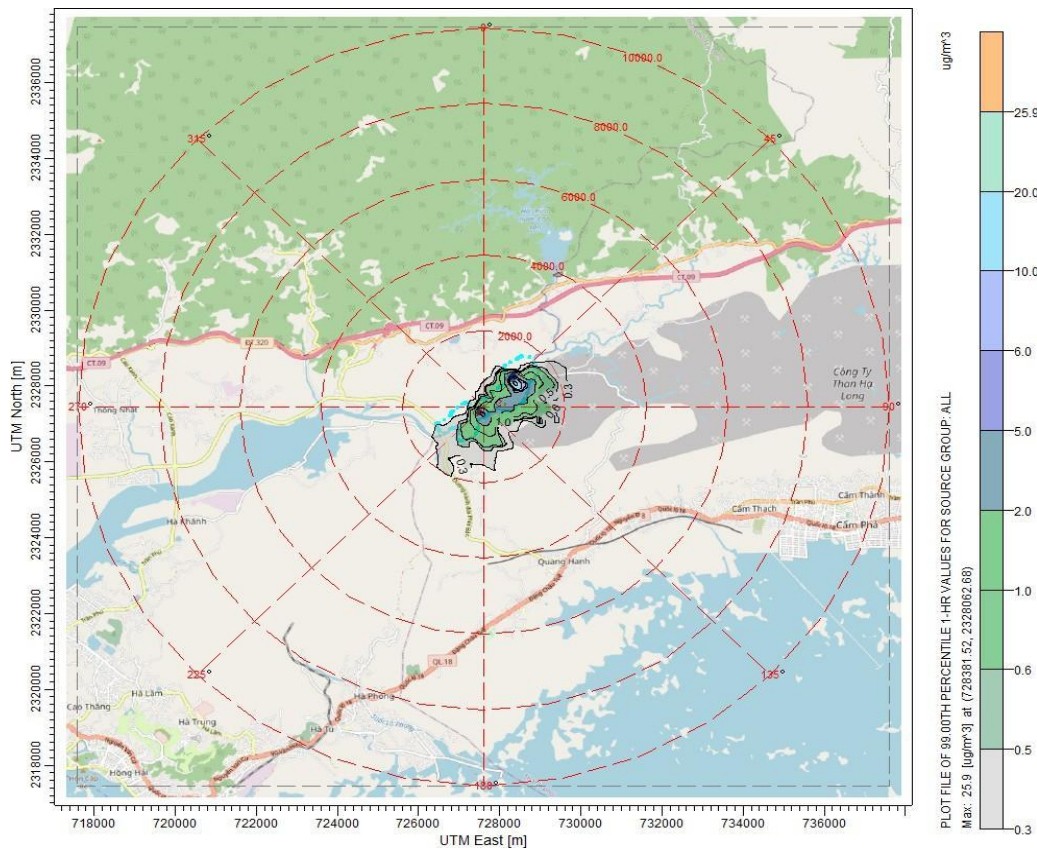
**Hình 3. 22 Kịch bản năm 2027- Nồng độ Metan trung bình 24 giờ ở phân vị thứ 99 (99th Percentile)**



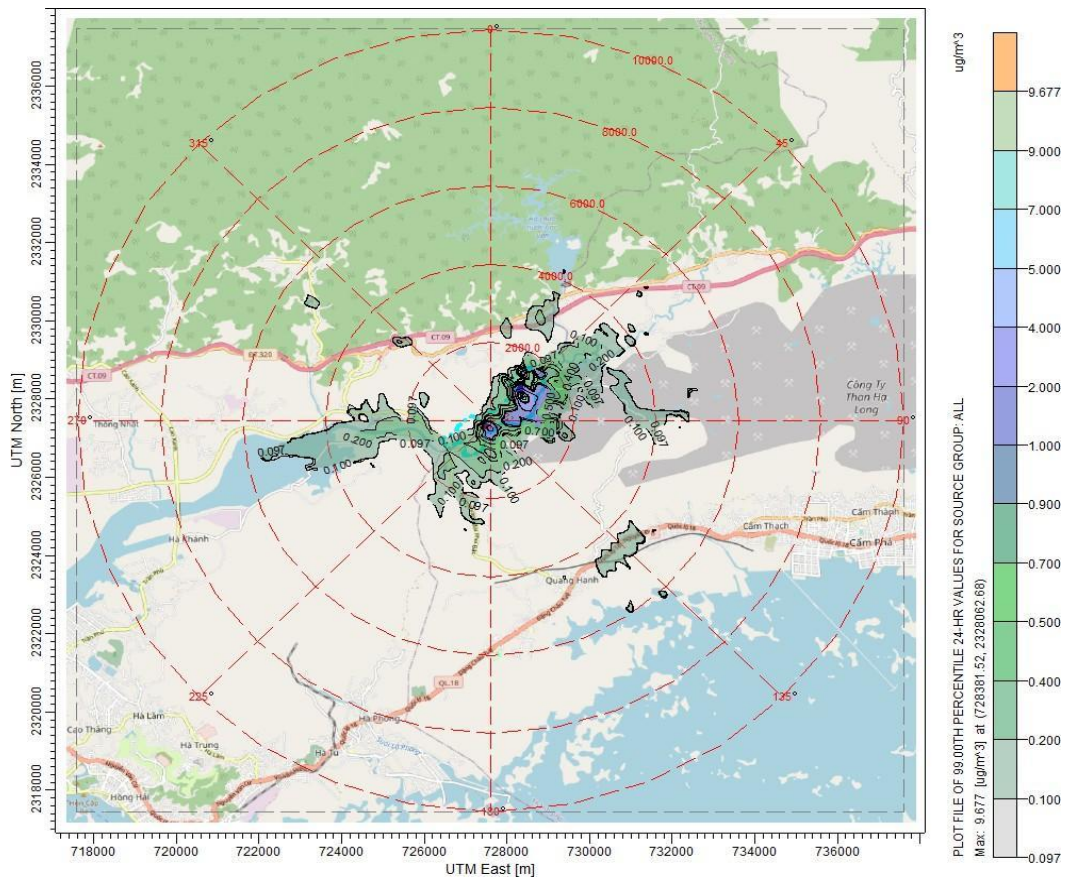
**Hình 3. 23 Kịch bản năm 2027 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1 giờ lớn nhất (Rank 1)**



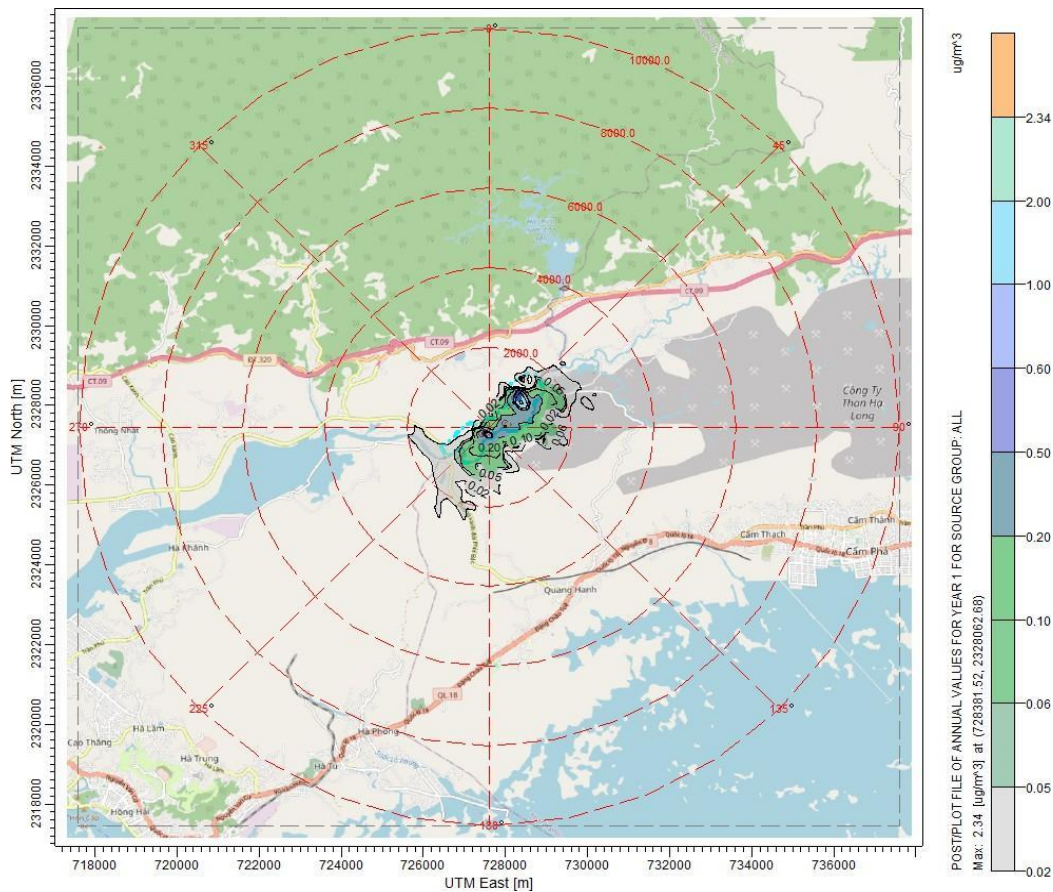
**Hình 3. 24 Kịch bản năm 2027 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24 giờ lớn nhất (Rank 1)**



**Hình 3. 25 Kịch bản năm 2027 -Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1 giờ lớn phân vị thứ 99th**



**Hình 3. 26 Kịch bản năm 2027-Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24 giờ lớn phân vị thứ 99th**



**Hình 3. 27 Kịch bản năm 2027 Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình năm**

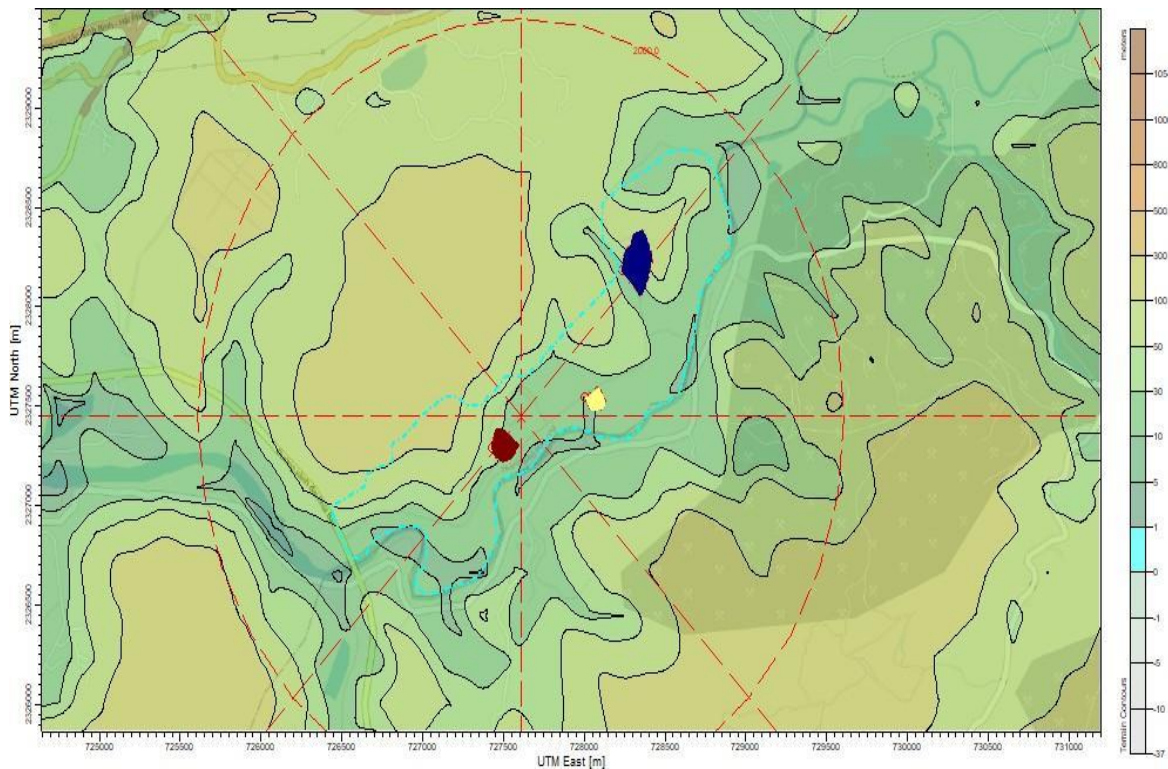
Kết quả mô phỏng cho thấy tại giai đoạn 2027 nồng độ các khí thải trong môi trường đều đã thấp hơn nhiều so với giai đoạn 2020. Nếu kịch bản năm 2023 thể hiện nồng độ trung bình năm của Metan cao nhất ở trung tâm BCL là 0.0196 g/m<sup>3</sup> thì ở kịch bản năm 2027 là 0,0153 g/m<sup>3</sup>, giảm 21,9%. Với H<sub>2</sub>S thời điểm 2023 cũng được dự báo trong một số điều kiện khí tượng cục đoạn có thể gây ra ảnh hưởng tiêu cực đến môi trường không khí xung quanh với nồng độ trung bình năm cao nhất là 2,59 µg/m<sup>3</sup>, ở kịch bản 2023 thì mức dự báo này thấp hơn 9,6%, ở mức 2,34 µg/m<sup>3</sup>.

Nhìn chung sau 5 năm thì mức độ tác động của các khí thải phát sinh từ bãi rác đã thấp đi đáng kể và không gây ô nhiễm môi trường, tuy nhiên để hoàn toàn đồng hóa được rác thải bằng khả năng tự làm sạch của môi trường thì cần thêm thời gian.

Ở kịch bản năm 2027, sau 5 năm kể từ năm 2023 thì ở tất cả các khí thải phát sinh đều có nồng độ giảm đáng kể, có thể kể đến như Metan giảm 21,9% và H<sub>2</sub>S giảm 9,6%.

### 3.4 Khu vực có nồng độ ô nhiễm cao nhất

Hình 3.28 thể hiện khu vực có nồng độ các chất ô nhiễm cao nhất trong



**Hình 3. 28 Vị trí có nồng độ ô nhiễm cao nhất**

phần lớn các kịch bản mô phỏng. Vị trí này là khu vực trung tâm của *BCL rác tam*, bán kính kéo dài khoảng 500m ra bên ngoài khuôn viên của công ty INDEVCO. Các khu vực thung lũng hoặc đồng bằng cao độ thấp và thoải dưới chân các ngọn đồi cao có xu hướng bị ảnh hưởng nhiều hơn bởi khí thải.

Nhìn chung, dựa vào kết quả mô phỏng nồng độ các chất gây ô nhiễm lượng không khí được xây dựng có thể thấy địa hình có ảnh hưởng rất lớn đến mức độ lan truyền không khí trên khu vực nghiên cứu, địa hình ngăn cản mạnh quá trình phân tán của khí thải trong khí quyển, tạo nên các khu vực có nồng độ khí thải cao thấp khác nhau xen kẽ giữa các vùng núi bên cạnh khu vực trung tâm của bãi rác có nồng độ cao nhất thì một số khu vực khác như dải núi phía Tây Nam chạy dọc sang phía Đông với cao độ địa hình từ 100m đến 500m rất ít chịu ảnh hưởng từ khói thải nhưng các khu vực địa hình thấp hơn như Quang Hanh, Cẩm Thủy, dọc đường QL18B, khu vực mặt biển và một số các khu vực thung lũng xen kẽ giữa các ngọn đồi phía Đông Bắc có nồng độ khí cao hơn hẳn. Kết quả mô phỏng cho thấy hàm lượng khí thải cực đại trong không khí đều giữa các mùa đều khá tương đồng với nhau. Tuy nhiên kết quả trung bình tháng cao nhất cho thấy mùa xuân và mùa thu có xu hướng ô nhiễm cao hơn mùa hạ và mùa đông.

Dựa vào kết quả trên ta có thể thấy hướng phân bố phụ vào vào hướng gió. Vì khu vực nghiên cứu nằm ở vị trí địa lý chịu ảnh hưởng của gió tín phong quanh

năm, kết hợp với yếu tố địa hình phía đông giáp biển, phía tây là địa hình đồi núi thấp. Do đó khu này thường xuyên có hướng gió Tây Nam và Đông Nam. Ngoài ra, còn chịu ảnh hưởng như vào mùa khô từ tháng 1- 4 hàng năm nồng độ cao các chất ô nhiễm không khí thường cao đó là do vận tốc gió khá thấp làm cho khí quyển khá ổn định nên các chùm khí ô nhiễm không có điều kiện phát tán ra xa. Nhìn chung chất lượng không khí tại khu vực nghiên cứu có nồng độ nhỏ hơn tiêu chuẩn (QCVN 05:2013). Chất lượng không khí tốt.

## Kết luận và kiến nghị

### Kết luận

Đề tài đã sử dụng mô hình AERMOD để xây dựng bản đồ mô phỏng nồng độ cho 2 chất gây ô nhiễm không khí CH<sub>4</sub> và H<sub>2</sub>S xung quanh bãi rác tạm cho 2 mốc thời gian là 2023 và 2027. Phạm vi nghiên cứu của đề tài là bán kính 10km tính từ trung tâm khu vực bãi rác, nồng độ ô nhiễm lớn nhất là tại khu vực trung tâm của BCL, bán kính kéo dài khoảng 500m ra bên ngoài khuôn viên BCL.

Lượng phát thải CH<sub>4</sub> qua các năm 2023 và 2027 của 3 BCL 1,2,3 lần lượt là: 970 tấn; 1119 tấn; 214 tấn và 835 tấn; 872 tấn; 166 tấn; H<sub>2</sub>S là 1,49 tấn; 1,71 tấn; 3,28 tấn (2023) và 1,28 tấn; 1,33 tấn; 2,55 tấn (2027);

Mức độ tác động của các khí gây mùi tới môi trường như sau:

Nồng độ cao nhất trung bình cao nhất 1h, 24h của CH<sub>4</sub> năm 2023 lần lượt là: 0.54 g/m<sup>3</sup> ; 0,173 g/ m<sup>3</sup> và ước tính tại năm 2027 lần lượt là: 0.0196 g/m<sup>3</sup> ; 0,0153 g/ m<sup>3</sup>. Đối với H<sub>2</sub>S, Nồng độ cao nhất trung bình cao nhất 1h, 24h của H<sub>2</sub>S năm 2023 lần lượt là: 83 µg/ m<sup>3</sup>; 8 µg/ m<sup>3</sup> và năm 2017 là lần lượt là: 2,59 µg/m<sup>3</sup>; 2,34 µg/ m<sup>3</sup>;

Sau 5 năm kể từ năm 2023 khí thải phát sinh đều có nồng độ giảm đáng kể, trong đó CH<sub>4</sub> giảm 21,9% và H<sub>2</sub>S giảm 9,6%.

Kết quả nghiên cứu của đề tài được sử dụng hỗ trợ hiệu quả cho việc quy hoạch, quản lý các nguồn phát thải theo hướng bền vững. Bên cạnh đó, cũng đã chứng minh cách tiếp cận ứng dụng LandGem và mô hình AERMOD là phương pháp hiệu quả cao và mang lại nhiều triển vọng trong nghiên cứu đánh giá chất lượng không khí ở những khu vực khác.

### Kiến nghị

- Số liệu về môi trường nền, số liệu phân loại rác cần được thu thập và thống kê cụ thể hơn nữa để kết quả mô hình được chính xác hơn trong các nghiên cứu tiếp theo.

- Nhằm giảm thiểu sự phát thải CH<sub>4</sub> và H<sub>2</sub>S đối với các bãi chôn lấp cần một số giải pháp cụ thể như sau:

+ Nghiên cứu nguyên liệu lớp phủ chi phí thấp (ví dụ nguyên liệu sinh học) để ngăn ngừa sự phát thải khí ra ngoài và giảm thiểu quá trình thấm của nước mưa.

+ Thiết kế hệ thống thu gom khí BCL trong xây dựng BCL hoặc cho các BCL đang hiện hữu;

+ Phát triển công nghệ để xử lý nước rò rỉ ngày càng hiệu quả hơn;

+ Nghiên cứu khả năng tận dụng khí BCL ở Việt Nam.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Gollapalli, M. and S.H. Kota, *Methane emissions from a landfill in north-east India: Performance of various landfill gas emission models*. Environmental Pollution, 2018. **234**: p. 174-180.
2. Ishigaki, T., et al., *Estimation and field measurement of methane emission from waste landfills in Hanoi, Vietnam*. Journal of Material Cycles and Waste Management, 2008. **10**(2): p. 165-172.
3. Scheutz, C., A. Kjeld, and A.M. Fredenslund, *Methane emissions from Icelandic landfills – A comparison between measured and modelled emissions*. Waste Management, 2022. **139**: p. 136-145.
4. Yeşiller, N., et al., *Assessment of methane emissions from a California landfill using concurrent experimental, inventory, and modeling approaches*. Waste Management, 2022. **154**: p. 146-159.
5. Ko, J.H., Q. Xu, and Y.-C. Jang, *Emissions and Control of Hydrogen Sulfide at Landfills: A Review*. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 2015. **45**(19): p. 2043-2083.
6. Catena, A.M., et al., *Hydrogen Sulfide Emission Properties from Two Large Landfills in New York State*. 2022. **13**(8): p. 1251.
7. Kazlauskas, D., *Researches of H<sub>2</sub>S generation from municipal landfills and systematical evaluation of landfills pollution*. 2005, Vilnius: Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Prieiga per eLABa – nacionalinę Lietuvos akademinę elektroninę biblioteką. 126.
8. Bui, L.T. and P.H. Nguyen, *Integrated model for methane emission and dispersion assessment from landfills: A case study of Ho Chi Minh City, Vietnam*. Science of The Total Environment, 2020. **738**: p. 139865.
9. Chakma, S. and S. Mathur, *Modelling gas generation for landfill*. Environmental Technology, 2017. **38**(11): p. 1435-1442.
10. Yue, D., et al., *Sulfide emissions from different areas of a municipal solid waste landfill in China*. Waste Management, 2014. **34**(6): p. 1041-1044.
11. Kim, K.-H., *Emissions of reduced sulfur compounds (RSC) as a landfill gas (LFG): A comparative study of young and old landfill facilities*. Atmospheric Environment, 2006. **40**(34): p. 6567-6578.
12. Hu, L., Y. Du, and Y. Long, *Relationship between H<sub>2</sub>S emissions and the migration of sulfur-containing compounds in landfill sites*. Ecological Engineering, 2017. **106**: p. 17-23.
13. Perry, S.G., et al., *AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications. Part II: Model Performance against 17 Field Study Databases*. Journal of Applied Meteorology, 2005. **44**(5): p. 694-708.



14. Snyder, M.G., et al., *RLINE: A line source dispersion model for near-surface releases*. Atmospheric Environment, 2013. **77**: p. 748-756.
15. Oke T, R., *The energetic basis of the urban heat island*. Qurat. J. Roy. Meteorol. Soc., 1982. **108**: p. 1-24.
16. Venkatram, A., *Computing and displaying model performance statistics*. Atmospheric Environment, 2008. **42**(28): p. 6862-6868.
17. Talaiekhosani, A., et al., *Gaseous emissions of landfill and modeling of their dispersion in the atmosphere of Shahrekord, Iran*. Urban Climate, 2018. **24**: p. 852-862.
18. Torrente-Velásquez, J.M., et al., *Landfill reactions to society actions: The case of local and global air pollutants of Cerro Patacón in Panama*. Science of The Total Environment, 2020. **706**: p. 135988.
19. Fallahizadeh, S., et al., *Estimation of methane gas by LandGEM model from Yasuj municipal solid waste landfill, Iran*. MethodsX, 2019. **6**: p. 391-398.
20. Chalvatzaki, E. and M. Lazaridis, *Assessment of air pollutant emissions from the Akrotiri landfill site (Chania, Greece)*. Waste Management & Research, 2009. **28**(9): p. 778-788.
21. EPA, 2014a: Clarification on the Use of AERMOD Dispersion Modeling for Demonstrating Compliance with the NO<sub>2</sub> National Ambient Air Quality Standard. Air Quality Modeling Group Memorandum, dated September 30, 2014. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.
22. EPA, 2014b: Guidance for PM<sub>2.5</sub> Modeling. May 20, 2014, Publication No. EPA-454/B-14-001. Office of Air Quality Planning & Standards, Research Triangle Park, NC. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/pm25guid2.pdf>.
23. EPA, 2015: Technical support document (TSD) for NO<sub>2</sub>-related AERMOD modifications. July 2015, Publication No. EPA-454/B-15-004. Office of Air Quality Planning & Standards, Research Triangle Park, NC.
24. EPA, 2017a: Clarification on the AERMOD Modeling System Version for Use in SO<sub>2</sub> Implementation Efforts and Other Regulatory Actions. AQAD Memorandum, dated March 8, 2017. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.
25. EPA, 2017b: Guideline on Air Quality Models, Appendix W to 40 CFR Part 51. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-09/documents/appw\\_17.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2020-09/documents/appw_17.pdf).

26. EPA, 2018: User's Guide for the AERMOD Terrain Preprocessor (AERMAP). EPA- 454/B-18- 004. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.
27. EPA, 2021a: AERMOD Model Formulation and Evaluation Document. EPA-454/B-21-003. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.
28. EPA, 2021b: AERMOD Implementation Guide (Revised April 2021). EPA-454/B-21-002. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.
29. EPA, 2021c: User's Guide for the AERMOD Meteorological Preprocessor (AERMET). EPA-454/B-21-004. U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711.
30. EPA, 2021d: AERSCREEN User's Guide. December 2016, Publication No. EPA- 454/B-21-005. Office of Air Quality Planning & Standards, Research Triangle Park, NC.
31. Nguyễn Thị Lan Anh (2015). Ứng dụng mô hình AERMOD mô phỏng và đánh giá ô nhiễm không khí từ hoạt động sản xuất của nhà máy gang thép Formosa Hà Tĩnh đến môi trường. Luận văn tốt nghiệp, Đại học Bách khoa Tp HCM.
32. <https://www.inderscienceonline.com/doi/pdf/10.1504/IJEW.2020.110399>
33. [10.22059/POLL.2017.229836.260](https://doi.org/10.22059/POLL.2017.229836.260)
34. [https://www.gjesm.net/article\\_31998\\_9c1d336bd72259018a550c9a24965c86.pdf](https://www.gjesm.net/article_31998_9c1d336bd72259018a550c9a24965c86.pdf)
35. <https://tailieu.vn/doc/ung-dung-mo-hinh-aermod-mo-phong-lan-truyen-bui-min-pm2-5-do-phat-thai-cua-cac-phuong-tien-giao-thon-2619550.html>
36. <https://123docz.net/document/12388693-ung-dung-mo-hinh-aermod-mo-phong-khuech-tan-bui-tu-cac-nha-may-nhiet-dien-thuoc-trung-tam-dien-luc-vinh-tan.htm>
37. [https://vi.wikipedia.org/wiki/H%E1%BA%A1\\_Long](https://vi.wikipedia.org/wiki/H%E1%BA%A1_Long)

## PHỤ LỤC

Phụ lục 1: Tổng hợp kết quả chạy mô hình

Kết quả minh họa mô hình phát tán khí thải được tổng hợp tại theo 2 phần:

- Trường hợp Hệ thống xử lý khí thải (HTXLKT) không hoạt động hoặc hệ thống gặp sự cố
- Trường hợp HTXLKT hoạt động ổn định như thiết kế ban đầu của Nhà máy.

Bảng 3.5 tổng hợp nồng độ khí thải cao nhất trong mô phỏng các trường hợp phát thải cực đoan nhất của *BCL rác tạm* trong hai trường hợp HTXLKT có sự cố và hoạt động bình thường.

**Bảng 3. 5 Tổng hợp nồng độ cao nhất của khí thải trong môi trường dưới tác động của các BCL rác tạm vào thời điểm năm 2023**

Thời gian	Thí nghiệm	Rank/ phân vị	Nồng độ	Thứ nguyên	Lat*	Lon	Cao độ địa hình	Cao độ trên lưới	Cao độ đỉnh núi	Thời gian*
<b>Metan</b>										
36 tháng (2018-2020)	1-HR	1ST	734913	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	12-May-18, 17
	24-HR	1ST	173665	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	04-Oct-19, 24
	1-HR	99.00pct	173145	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	24-HR	99.00pct	56718.2	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
Xuân	1-HR	1ST	696541	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	25-Sep-20, 23
	24-HR	1ST	173665	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	04-Oct-19, 24
	MONT H	1ST	25422	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	30-Sep-18, 24
Hạ	1-HR	1ST	629388	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	20-Feb-19, 16
	24-HR	1ST	104248	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	10-Jan-20, 24
	MONT H	1ST	17465.5	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	28-Feb-19, 24
Thu	1-HR	1ST	696541	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	25-Sep-20, 23
	24-HR	1ST	173665	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	04-Oct-19, 24
	MONT	1ST	25422	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	30-Sep-18, 24

	H									
Đông	1-HR	1ST	629388	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	20-Feb-19, 16
	24-HR	1ST	104248	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	10-Jan-20, 24
	MONT H	1ST	17465.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	28-Feb-19, 24
<b>H<sub>2</sub>S</b>										
36 tháng (2018- 2020)	1-HR	1ST	82.9668	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	12-May-18, 17
	24-HR	1ST	19.8262	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	04-Oct-19, 24
	1-HR	99.00pct	26.4873	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	24-HR	99.00pct	8.67659	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	
Xuân	1-HR	1ST	82.9668	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	12-May-18, 17
	24-HR	1ST	16.8586	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	10-Apr-18, 24
	MONT H	1ST	6.42736	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	728381.5	2328063	17.6	2	362	29-Feb-20, 24

*Ghi chú:*

- 1-HR: thí nghiệm nồng độ trung bình 1 giờ
- 24-HR: thí nghiệm nồng độ trung bình 24 giờ
- MONTH: thí nghiệm nồng độ trung bình tháng
- 1<sup>ST</sup>: Rank 1 – Nồng độ cao nhất
- 99.00 pct: 99<sup>th</sup> Percentile – Nồng độ phát hiện được ở phân vị thứ 99 trong số 26.304 lớp thời gian

- Thời gian: Ngày – tháng – năm, múi giờ nơi ngưỡng nồng độ được phát hiện

- Tọa độ theo lưới chiếu UTM Zone 48

**Bảng 3. 6 Tổng hợp nồng độ cao nhất của khí thải trong môi trường dưới tác động của các BCL rác tạm vào thời điểm năm**

Thời gian	Thí nghiệm	Rank/phân vị	Nồng độ	Thứ nguyên	Lat*	Lon	Cao độ địa hình	Cao độ trên lưới	Cao độ đỉnh núi	Thời gian*
Metan	1-HR	1ST	542466	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	24-HR	1ST	103067	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	MONTH	1ST	21192.9	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	1-HR	2ND	524107	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	24-HR	2ND	95316.9	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	MONTH	2ND	18368.1	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	1-HR	3RD	512400	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	24-HR	3RD	94632.3	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	MONTH	3RD	13523.5	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	ANNUAL		15293.2	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	1-HR	98.00pct	93912.5	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	1-HR	99.00pct	169447	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	24-HR	98.00pct	49983.1	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	24-HR	99.00pct	63254.3	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	
	1-HR	1ST	82.9857	ug/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362	

H <sub>2</sub> S	24-HR	1ST	15.767	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	MONTH	1ST	3.24205	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	1-HR	2ND	80.177	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	24-HR	2ND	14.5814	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	MONTH	2ND	2.80993	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	1-HR	3RD	78.3862	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	24-HR	3RD	14.4767	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	MONTH	3RD	2.0688	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	ANNUAL		2.33953	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362
	1-HR	98.00pct	14.3666	µg/m <sup>3</sup>	728381.5	2328063	17.6	2	362

Ghi chú:

- 1-HR: thí nghiệm nồng độ trung bình 1 giờ      24-HR: thí nghiệm nồng độ trung bình 24 giờ
- MONTH: thí nghiệm nồng độ trung bình tháng    1<sup>ST</sup>: Rank 1 – Nồng độ cao nhất
- Tọa độ theo lưới chiếu UTM Zone 48
- 99.00 pct: 99<sup>th</sup> Percentile – Nồng độ phát hiện được ở phân vị thứ 99 trong số 26.304 lớp thời gian
- Thời gian: Trong kịch bản dự báo đến năm 2027, điều kiện khí tượng được giả định với dữ liệu đầu vào của năm 2020

**PHỤ LỤC A**  
**KẾT QUẢ MÔ HÌNH TỔNG HỢP**

- A1. Giấy chứng nhận bản quyền phần mềm AERMOD View
- A2. Báo cáo thiết kế receptor pathway
- A3. Báo cáo thiết kế control pathway
- A4. Báo cáo thiết kế đầu vào khí tượng meteorological pathway
- A5. Báo cáo thiết kế đầu vào ống khí source pathway
- A6. Báo cáo tổng kết nồng độ Metan kịch bản năm 2023. Trung bình giai đoạn và 4 mùa xuân, hạ, thu đông.
- A7. Báo cáo tổng kết nồng độ H<sub>2</sub>S kịch bản năm 2023. Trung bình giai đoạn và 4 mùa xuân, hạ, thu đông.
- A8. Báo cáo tổng kết nồng độ Metan kịch bản năm 2027
- A9. Báo cáo tổng kết nồng độ H<sub>2</sub>S kịch bản năm 2027



**PHỤ LỤC B**  
**TỔNG HỢP KẾT QUẢ KỊCH BẢN PHÁT THẢI RIÊNG LẺ**

- B1. Bản đồ Street View khu vực dự án
- B2. Bản đồ địa hình
- B3. Thiết kế lưới môi trường
- B4. Hoa gió khu vực nghiên cứu từ T1/2018 – T12/2020
- B5. Kịch bản 2022 - Nồng độ Metan trung bình 1h: RANK1
- B6. Kịch bản 2022 - Nồng độ Metan trung bình 24h: RANK1
- B7. Kịch bản 2022 – Nồng độ Metan trung bình năm
- B8. Kịch bản 2022 – Nồng độ Metan trung bình 1h: PERCENTILE 99
- B9. Kịch bản 2022 – Nồng độ Metan trung bình 24h: PERCENTILE 99
- B10. Kịch bản 2027 - Metan trung bình 1h: RANK1
- B11. Kịch bản 2027 - Metan trung bình 24h: RANK1
- B12. Kịch bản 2027 - Metan trung bình 1h: PERCENTILE 99
- B13. Kịch bản 2027 - Metan trung bình 24h: PERCENTILE 99
- B14. Kịch bản 2027 - Metan trung bình năm
- B15. Kịch bản 2022 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1h: RANK1
- B16. Kịch bản 2022 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24h: RANK1
- B17. Kịch bản 2022 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1h: PERCENTILE 99
- B18. Kịch bản 2022 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24h: PERCENTILE 99
- B19. Kịch bản 2022 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình năm
- B20. Kịch bản 2027 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1h: RANK1
- B21. Kịch bản 2027 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24h: RANK1
- B22. Kịch bản 2027 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1h: PERCENTILE 99
- B23. Kịch bản 2027 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24h: PERCENTILE 99
- B24. Kịch bản 2027 - Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình năm

**PHỤ LỤC C**  
**KẾT QUẢ TÍNH TOÁN TẢI LƯỢNG PHÁT SINH KHÍ THẢI TỪ CÁC**  
**BCL TẠM**

- C1. Kết quả tính toán tải lượng tổng hợp cho BCL tạm số 1
- C2. Kết quả tính toán tải lượng tổng hợp cho BCL tạm số 2
- C3. Kết quả tính toán tải lượng tổng hợp cho BCL tạm số 3

# PHỤ LỤC A

Date: July 02, 2021  
Invoice #: 21LS20275



Lakes Environmental Consultants  
Inc. 170 Columbia St. W, Suite 1  
Waterloo, Ontario, N2L 3L3  
Canada  
T: +1.519.746.5995 F: +1.519.746.0793  
sales@webLakes.com | www.webLakes.com

Bill To:

Attn: Binh Do-Van  
Hanoi University of Mining and Geology  
18 Vien St. Duc Thang Ward  
Tu Liem District  
Hanoi City  
10000, Vietnam  
Email: dovanbinh@humg.edu.vn

**PAID**  
07/05/2021

**INVOICE**

Order Details:

Qty	Description	Price	Total
1	AERMOD View - 1 License - 50% Academic Discount Serial #: AER0010671, Maintenance Expiration Date: Jul 05, 2022 50% discount		
1	CALRoads View - 1 License - 50% Academic Discount Serial #: CALR011692, Maintenance Expiration Date: Jul 05, 2022 50% discount		

Payment Details:

Total Discount	US -\$1,297.00
Subtotal Price	US \$1,297.00
Total Paid	US \$1,297.00

Payment Method: Visa \*\*\*\* \* 4167 | Order #LS20275

**Thank you for your business!**

GST/HST 897788162 | phone: +1.519.746.5995 | e-mail: sales@webLakes.com

## Dispersion Options

<b>Titles</b> G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongH2S\halongH2S.isc	
<b>Dispersion Options</b> Regulatory Default <input checked="" type="checkbox"/> Non-Default Options <input checked="" type="checkbox"/>	<b>Dispersion Coefficient</b> Rural
<input checked="" type="checkbox"/> Flat & Elevated Terrain <input checked="" type="checkbox"/> No Stack-Tip Downwash (NOSTD) <input checked="" type="checkbox"/> Run in Screening Mode <input checked="" type="checkbox"/> Conversion of NOx to NO2 (OLM or PVMRM) <input checked="" type="checkbox"/> No Checks for Non-Sequential Met Data <input checked="" type="checkbox"/> Fast All Sources (FASTALL) <input checked="" type="checkbox"/> Fast Area Sources (FASTAREA) <input checked="" type="checkbox"/> Optimized Area Source Plume Depletion <input checked="" type="checkbox"/> Gas Deposition	<b>Output Type</b> <input checked="" type="checkbox"/> Concentration <input checked="" type="checkbox"/> Total Deposition (Dry & Wet) <input checked="" type="checkbox"/> Dry Deposition <input checked="" type="checkbox"/> Wet Deposition
<b>BETA Options:</b> Capped and <input checked="" type="checkbox"/> Horizontal Stack Releases <input checked="" type="checkbox"/> Adjusted Friction Velocity (u*) in AERMET (ADJ_U*) <input checked="" type="checkbox"/> Low Wind Options	<b>Plume Depletion</b> <input checked="" type="checkbox"/> Dry Removal <input checked="" type="checkbox"/> Wet Removal
SCIM (Sampled Chronological Input Model) <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Ignore Urban Night / Daytime Transition (NOURBTRAN)	<b>Output Warnings</b> <input checked="" type="checkbox"/> No Output Warnings <input checked="" type="checkbox"/> Non-fatal Warnings for Non-sequential Met Data

## Pollutant / Averaging Time / Terrain Options

<b>Pollutant Type</b> OTHER - H2S	<b>Exponential Decay</b> <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No
<b>Averaging Time Options</b> Hours <input checked="" type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input checked="" type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input checked="" type="checkbox"/> 6 <input checked="" type="checkbox"/> 8 <input checked="" type="checkbox"/> 12 <input checked="" type="checkbox"/> 24 <input checked="" type="checkbox"/> Month <input checked="" type="checkbox"/> Period <input checked="" type="checkbox"/> Annual	<b>Terrain Height Options</b> <input checked="" type="checkbox"/> Flat <input checked="" type="checkbox"/> Elevated SO: Meters RE: Meters TG: Meters
<b>Flagpole Receptors</b> <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/> No Default Height = 0.00 m	

## Optional Files



Re-Start File



Init File



Multi-Year Analyses



Event Input File



Error Listing File

### Detailed Error Listing File

Filename: halongH2S.err

# Receptor Pathway

AER

## Receptor Networks

Note: Terrain Elevations and Flagpole Heights for Network Grids are in Page RE2 - 1 (If applicable)  
Generated Discrete Receptors for Multi-Tier (Risk) Grid and Receptor Locations for Fenceline Grid are in Page RE3 - 1 (If applicable)

### Uniform Cartesian Grid

Receptor Network ID	Grid Origin X Coordinate [m]	Grid Origin Y Coordinate [m]	No. of X-Axis Receptors	No. of Y-Axis Receptors	Spacing for X-Axis [m]	Spacing for Y-Axis [m]
UCART2	717581.52	2317462.68	101	101	200.00	200.00

## Discrete Receptors

## Plant Boundary Receptors

## Met Input Data

<b>Surface Met Data</b>	
Filename:	..\halong.SFC
Format Type:	Default AERMET format
<b>Profile Met Data</b>	
Filename:	..\halong.PFL
Format Type:	Default AERMET format
<b>Wind Speed</b>	<b>Wind Direction</b>
<input type="checkbox"/> Wind Speeds are Vector Mean (Not Scalar Means)	Rotation Adjustment [deg]:
<b>Potential Temperature Profile</b>	
Base Elevation above MSL (for Primary Met Tower):	10.00 [m]

### Meteorological Station Data

Stations	Station No.	Year	X Coordinate [m]	Y Coordinate [m]	Station Name
Surface		2018			
Upper Air		2018			

### Data Period

<b>Data Period to Process</b>			
Start Date: 01-Jan-18	Start Hour: 1	End Date: 31-Dec-20	End Hour: 24

### Wind Speed Categories

Stability Category	Wind Speed [m/s]	Stability Category	Wind Speed [m/s]
A	1.54	D	8.23
B	3.09	E	10.8
C	5.14	F	No Upper Bound



# Output Pathway

AER

## Tabular Printed Outputs

Short Term Averaging Period	RECTABLE Highest Values Table										MAXTABLE Maximum Values Table	DAYTABLE Daily Values Table
	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th	7th	8th	9th	10th		
1												No
24												No
MONTH												No

## Contour Plot Files (PLOTFILE)

Path for PLOTFILES: halongH2S.AD

Averaging Period	Source Group ID	High Value	File Name
1	ALL	1st	01H1GALL.PLT
24	ALL	1st	24H1GALL.PLT
Month	ALL	1st	MOH1GALL.PLT
1	ALL	2nd	01H2GALL.PLT
24	ALL	2nd	24H2GALL.PLT
Month	ALL	2nd	MOH2GALL.PLT
1	ALL	3rd	01H3GALL.PLT
24	ALL	3rd	24H3GALL.PLT
Month	ALL	3rd	MOH3GALL.PLT
Annual	ALL	N/A	AN00GALL.PLT

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongMetan\halongMetan.isc

## CH4 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		542347.71935	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	12-May-18, 17
24-HR1ST		129602.32579	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	04-Oct-19, 24
MONTH1ST		26791.20710	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	30-Apr-18, 24
1-HR2ND		500784.45452	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	26-Aug-20, 18
24-HR2ND		110202.98213	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	10-Apr-18, 24
MONTH2ND		23194.77613	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	31-Aug-20, 24
1-HR3RD		489404.02640	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	01-Sep-18, 21
24-HR3RD		109660.16110	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	10-Apr-20, 24
MONTH3RD		19758.87379	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	30-Sep-20, 24
ANNUAL		16399.59302	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR98.00pct		102220.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR99.00pct		173145.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR98.00pct		46954.22266	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR99.00pct		56718.16016	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y1		16957.15196	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y2		15686.57175	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y3		16555.05534	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongMetanSS\halongMetanSS.isc

## CH4 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		734913.04948	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	12-May-18, 17
24-HR1ST		132993.68601	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	02-Mar-18, 24
MONTH1ST		54632.27765	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	29-Feb-20, 24
ANNUAL		29412.99308	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		196601.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		254306.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		85466.10156	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		93173.53125	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		34751.52956	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		26576.76283	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		26910.68684	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongMetanSS\halongMetanSS.isc

## CH4 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		697714.32819	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	15-Aug-19, 23
24-HR1ST		132340.38566	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH1ST		16284.07727	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Jul-19, 24
1-HR2ND		672966.30859	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	26-Aug-20, 18
24-HR2ND		96288.94499	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	19-Aug-20, 24
MONTH2ND		12608.02922	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Aug-19, 24
1-HR3RD		657934.77212	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 20
24-HR3RD		91463.04392	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	15-Aug-19, 24
MONTH3RD		10609.08616	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Jun-19, 24
ANNUAL		20639.02196	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		80951.16406	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		168073.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		60839.28125	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		68597.28125	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		16516.09294	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		22026.91728	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		23374.05564	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongMetanSS\halongMetanSS.isc

## CH4 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		696540.73501	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	25-Sep-20, 23
24-HR1ST		173664.51580	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	04-Oct-19, 24
MONTH1ST		25421.95401	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-18, 24
ANNUAL		19323.94952	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		118169.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		228801.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		64179.56250	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		74683.90625	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		21756.68644	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		17615.45622	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		18599.70588	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongMetanSS\halongMetanSS.isc

## CH4 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		629387.57870	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	20-Feb-19, 16
24-HR1ST		104248.23327	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	10-Jan-20, 24
MONTH1ST		17465.46574	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	28-Feb-19, 24
ANNUAL		10415.13177	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		76923.48438	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		126187.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		50506.53125	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		63447.01172	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		9464.19295	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		10843.73355	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		10937.46881	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongH2S\halongH2S.isc

## H2S - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		82.96684	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	12-May-18, 17
24-HR1ST		19.82620	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	04-Oct-19, 24
MONTH1ST		4.09844	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	30-Apr-18, 24
1-HR2ND		76.60861	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	26-Aug-20, 18
24-HR2ND		16.85855	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	10-Apr-18, 24
MONTH2ND		3.54827	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	31-Aug-20, 24
1-HR3RD		74.86766	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	01-Sep-18, 21
24-HR3RD		16.77551	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	10-Apr-20, 24
MONTH3RD		3.02266	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	30-Sep-20, 24
ANNUAL		2.50876	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR98.00pct		15.63728	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR99.00pct		26.48728	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR98.00pct		7.18293	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR99.00pct		8.67659	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y1		2.59406	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y2		2.39969	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y3		2.53255	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongH2S-SS\halongH2S-SS.isc

## H2S - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		82.96684	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	12-May-18, 17
24-HR1ST		16.85855	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	10-Apr-18, 24
MONTH1ST		6.42736	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	29-Feb-20, 24
ANNUAL		3.59063	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR98.00pct		24.09669	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR99.00pct		33.01633	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR98.00pct		8.48210	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR99.00pct		12.27540	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y1		4.33886	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y2		3.08570	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y3		3.34732	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	



# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongH2S-SS\halongH2S-SS.isc

## H2S - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		76.60861	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	26-Aug-20, 18
24-HR1ST		14.05478	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH1ST		2.11144	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	31-Jul-19, 24
ANNUAL		2.70711	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR98.00pct		11.61589	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR99.00pct		24.11770	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR98.00pct		7.18293	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR99.00pct		8.67659	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y1		2.10242	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y2		2.93455	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y3		3.08435	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongH2S-SS\halongH2S-SS.isc

## H2S - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		74.86766	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	01-Sep-18, 21
24-HR1ST		19.82620	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	04-Oct-19, 24
MONTH1ST		3.02266	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	30-Sep-20, 24
ANNUAL		2.46985	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR98.00pct		15.84293	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR99.00pct		25.61493	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR98.00pct		6.64735	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR99.00pct		8.14669	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y1		2.81622	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y2		2.27648	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y3		2.31684	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongH2S-SS\halongH2S-SS.isc

## H2S - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		58.23393	ug/m^3	728381.52	2328662.68	12.90	0.00	1088.00	02-Feb-19, 19
24-HR1ST		13.14746	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	10-Jan-20, 24
MONTH1ST		2.22929	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	28-Feb-19, 24
ANNUAL		1.40047	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR98.00pct		10.73374	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
1-HR99.00pct		18.03361	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR98.00pct		6.59312	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
24-HR99.00pct		7.48993	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y1		1.21616	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y2		1.44349	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	
ANNUAL Y3		1.54176	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	0.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongCO\halongCO.isc

## CO - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		359.34138	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	12-May-18, 17
24-HR1ST		84.91460	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	04-Oct-19, 24
MONTH1ST		16.53446	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Apr-18, 24
1-HR2ND		341.15278	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	15-Aug-19, 23
24-HR2ND		65.02828	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	02-Mar-18, 24
MONTH2ND		13.30559	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Aug-20, 24
1-HR3RD		340.57894	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	25-Sep-20, 23
24-HR3RD		64.70885	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH3RD		12.43026	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-18, 24
ANNUAL		9.62246	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		58.17103	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		108.34778	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		31.69885	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		39.71319	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		9.98549	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		9.28028	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		9.60160	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongCO-SS\halongCO-SS.isc

CO - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		359.34138	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	12-May-18, 17
24-HR1ST		65.02828	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	02-Mar-18, 24
MONTH1ST		26.71287	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	29-Feb-20, 24
ANNUAL		14.38171	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		96.12976	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		124.34468	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		41.78930	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		45.55791	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		16.99203	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		12.99491	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		13.15819	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongCO-SS\halongCO-SS.isc

CO - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		341.15278	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	15-Aug-19, 23
24-HR1ST		64.70885	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH1ST		7.96222	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Jul-19, 24
ANNUAL		10.09161	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		39.58170	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		82.18041	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		29.74783	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		33.54116	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		8.07567	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		10.77023	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		11.42892	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongCO-SS\halongCO-SS.isc

CO - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		340.57894	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	25-Sep-20, 23
24-HR1ST		84.91460	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	04-Oct-19, 24
MONTH1ST		12.43026	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-18, 24
ANNUAL		9.44859	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		57.77979	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		111.87391	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		31.38109	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		36.51727	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		10.63810	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		8.61321	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		9.09447	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongCO-SS\halongCO-SS.isc

CO - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		307.74389	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	20-Feb-19, 16
24-HR1ST		50.97297	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	10-Jan-20, 24
MONTH1ST		8.53987	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	28-Feb-19, 24
ANNUAL		5.09256	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		37.61233	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		61.70021	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		24.69556	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		31.02290	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		4.62759	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		5.30213	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		5.34796	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	



# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongHEX\halongHEX.isc

## C6H14 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		52.12152	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	12-May-18, 17
24-HR1ST		12.31664	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	04-Oct-19, 24
MONTH1ST		2.39828	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Apr-18, 24
1-HR2ND		49.48331	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	15-Aug-19, 23
24-HR2ND		9.43218	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	02-Mar-18, 24
MONTH2ND		1.92994	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Aug-20, 24
1-HR3RD		49.40008	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	25-Sep-20, 23
24-HR3RD		9.38585	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH3RD		1.80298	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-18, 24
ANNUAL		1.39571	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		8.43756	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		15.71556	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		4.59784	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		5.76029	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		1.44837	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y2		1.34608	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y3		1.39269	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongHEX-SS\halongHEX-SS.isc

## C6H14 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		52.12152	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	12-May-18, 17
24-HR1ST		9.43218	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	02-Mar-18, 24
MONTH1ST		2.39828	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Apr-18, 24
ANNUAL		2.46465	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		16.44224	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		18.24444	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		6.60806	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		7.07414	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		2.46465	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongHEX-SS\halongHEX-SS.isc

## C6H14 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		43.44782	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	15-Jun-18, 12
24-HR1ST		6.06488	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	07-Jun-18, 24
MONTH1ST		0.80169	ug/m^3	728381.52	2328262.68	32.20	2.00	345.00	31-Aug-18, 24
ANNUAL		1.17135	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		4.77406	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		9.39828	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		4.16441	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		4.54866	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		1.17135	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongHEX-SS\halongHEX-SS.isc

## C6H14 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		46.70968	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	01-Sep-18, 21
24-HR1ST		7.06231	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	20-Sep-18, 24
MONTH1ST		1.80298	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-18, 24
ANNUAL		1.54303	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		8.44756	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		15.34119	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		4.59784	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		5.29673	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		1.54303	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongHEX-SS\halongHEX-SS.isc

## C6H14 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		42.89130	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	03-Dec-18, 18
24-HR1ST		6.41273	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	13-Feb-18, 24
MONTH1ST		0.65364	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Dec-18, 24
ANNUAL		0.66415	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		4.48640	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		8.32663	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		3.79294	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		4.80955	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		0.66415	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongMetan2027\halongMetan2027.isc

## CH4 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		542466.47250	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	25-Sep-20, 23
24-HR1ST		103066.79648	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH1ST		21192.85002	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Aug-20, 24
1-HR2ND		524106.69065	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	26-Aug-20, 18
24-HR2ND		95316.94204	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	10-Apr-20, 24
MONTH2ND		18368.11157	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-20, 24
1-HR3RD		512400.11822	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 20
24-HR3RD		94632.26453	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	20-Nov-20, 24
MONTH3RD		13523.49972	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-May-20, 24
ANNUAL		15293.20617	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		93912.48438	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		169447.00000	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		49983.09766	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		63254.26172	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		15293.20617	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongH2S2027\halongH2S2027.isc

## H2S - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		82.98568	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	25-Sep-20, 23
24-HR1ST		15.76700	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH1ST		3.24205	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Aug-20, 24
1-HR2ND		80.17703	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	26-Aug-20, 18
24-HR2ND		14.58144	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	10-Apr-20, 24
MONTH2ND		2.80993	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-20, 24
1-HR3RD		78.38618	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 20
24-HR3RD		14.47670	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	20-Nov-20, 24
MONTH3RD		2.06880	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-May-20, 24
ANNUAL		2.33953	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		14.36659	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		25.92179	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		7.64634	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		9.67654	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		2.33953	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongCO2027\halongCO2027.isc

## CO - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		265.24675	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	25-Sep-20, 23
24-HR1ST		50.39599	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH1ST		10.36255	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Aug-20, 24
1-HR2ND		256.26948	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	26-Aug-20, 18
24-HR2ND		46.60658	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	10-Apr-20, 24
MONTH2ND		8.98135	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-20, 24
1-HR3RD		250.54538	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 20
24-HR3RD		46.27180	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	20-Nov-20, 24
MONTH3RD		6.61251	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-May-20, 24
ANNUAL		7.47783	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		45.91985	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		82.85369	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		24.43995	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		30.92908	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		7.47783	ug/m^3	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	



# Results Summary

G:\Aermod RUN\Bai rac Ha Long\halongHEX 2027\halongHEX 2027.isc

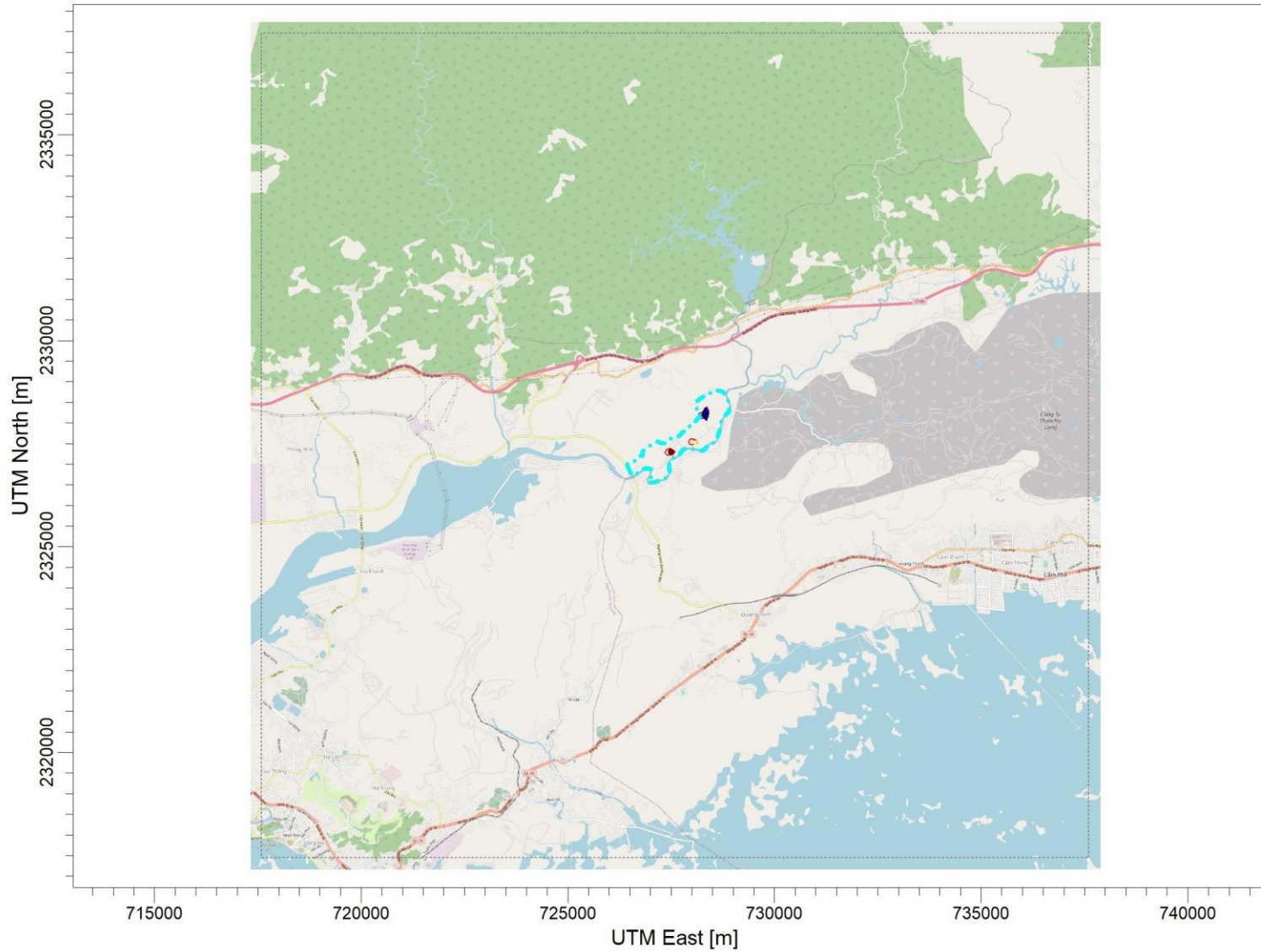
## C6H14 - Concentration - Source Group: ALL

Averaging Period	Rank	Peak	Units	X (m)	Y (m)	ZELEV (m)	ZFLAG (m)	ZHILL (m)	Peak Date, Start Hour
1-HR1ST		38.47281	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	25-Sep-20, 23
24-HR1ST		7.30970	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 24
MONTH1ST		1.50304	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-Aug-20, 24
1-HR2ND		37.17069	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	26-Aug-20, 18
24-HR2ND		6.76007	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	10-Apr-20, 24
MONTH2ND		1.30270	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Sep-20, 24
1-HR3RD		36.34044	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	30-Aug-20, 20
24-HR3RD		6.71151	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	20-Nov-20, 24
MONTH3RD		0.95911	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	31-May-20, 24
ANNUAL		1.08462	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR98.00pct		6.66046	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
1-HR99.00pct		12.01754	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR98.00pct		3.54490	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
24-HR99.00pct		4.48612	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	
ANNUAL Y1		1.08462	ug/m <sup>3</sup>	728381.52	2328062.68	17.60	2.00	362.00	

# **PHỤ LỤC B**

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B1. Bản đồ Street View khu vực dự án



COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

MODELER:

DATE:

SCALE: 1:150,000

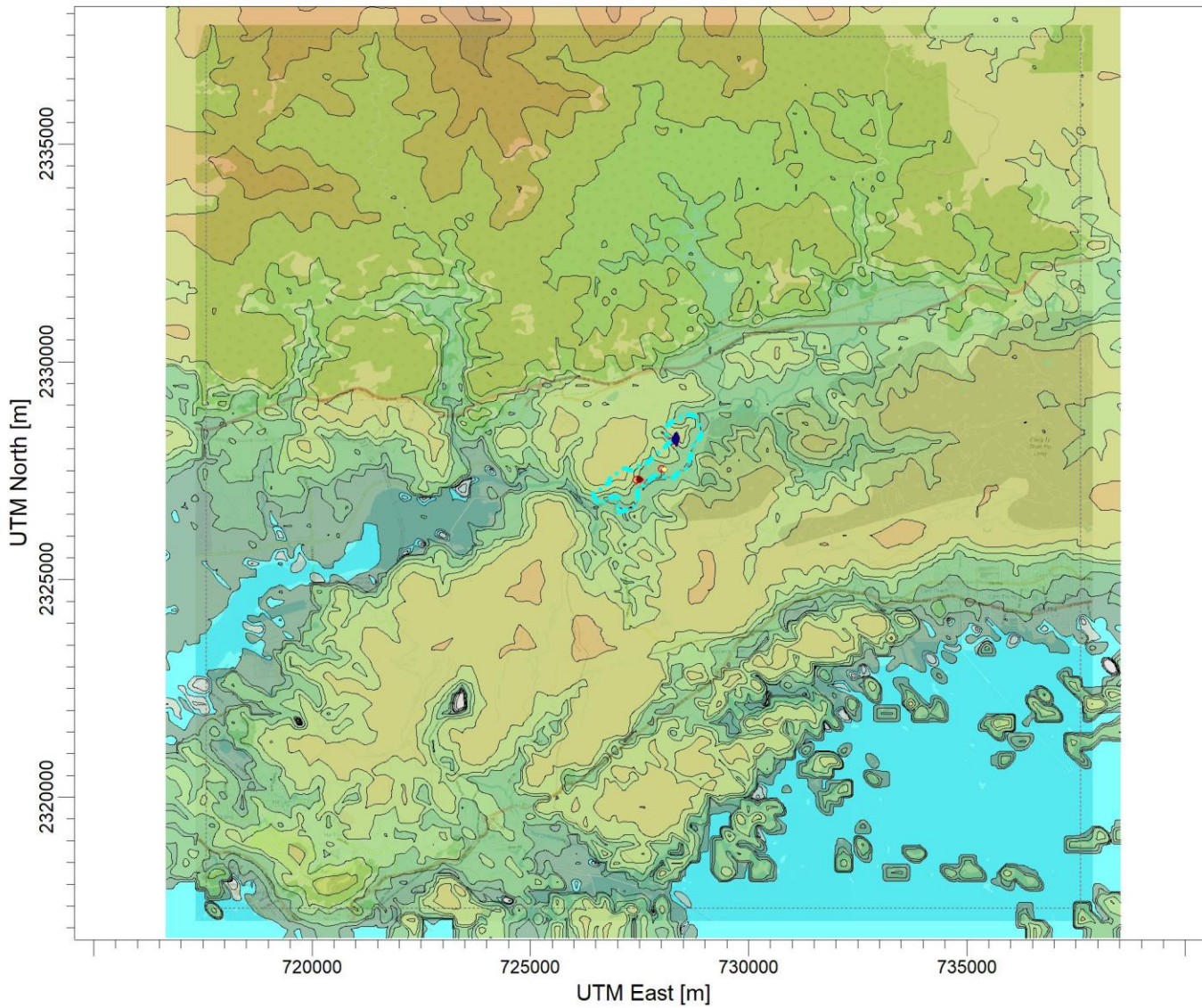
0 5 km

PROJECT NO.:

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh

B2. Bản đồ địa hình



COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

SCALE: 1:150,000

0 5 km

PROJECT NO.:

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B3. Thiết kế lưới môi trường

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

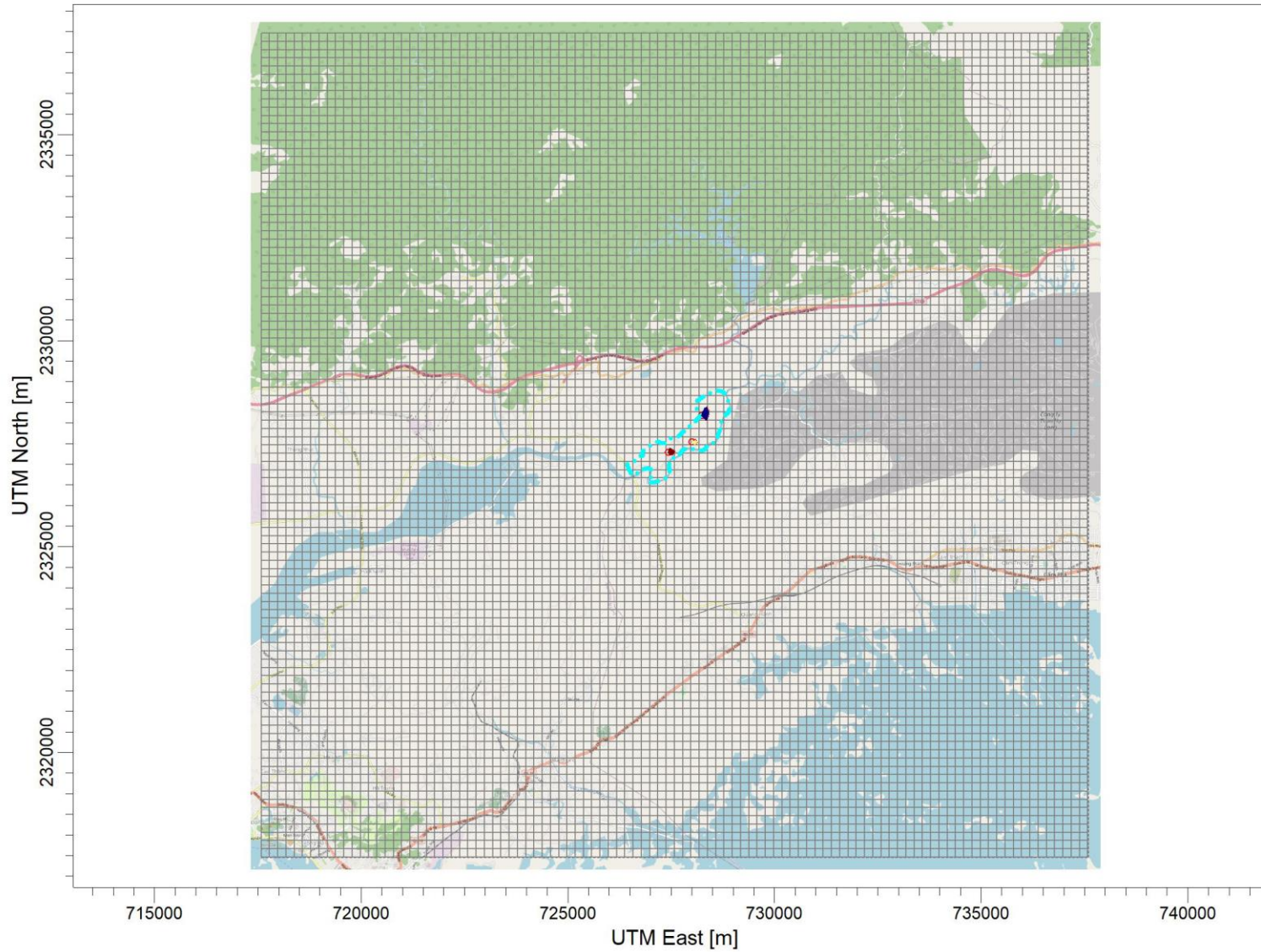
MODELER:

DATE:

SCALE: 1:150,000

0  5 km

PROJECT NO.:



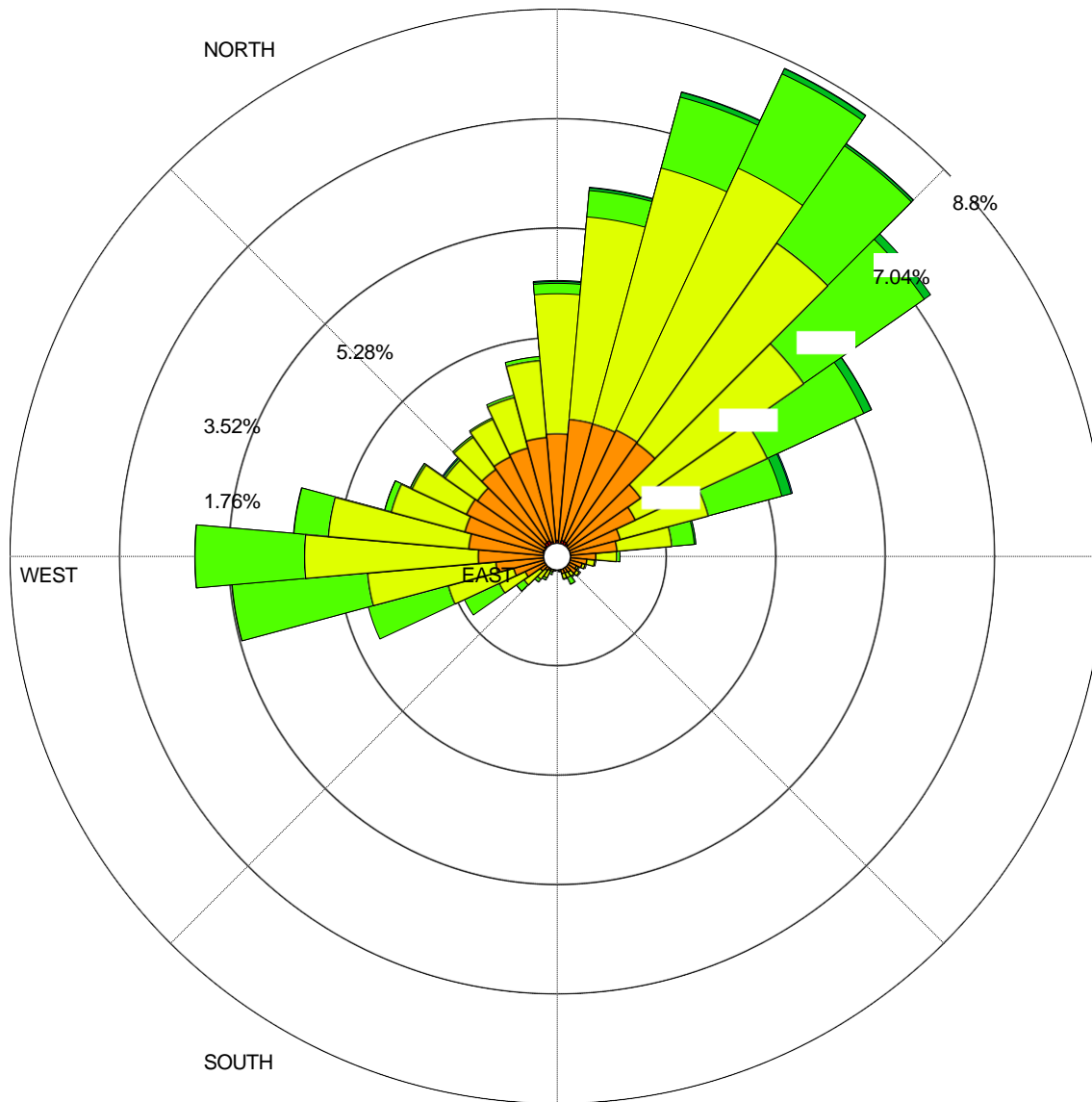
WIND ROSE PLOT:

**Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh**  
**B4. Hoa gió khu vực Dự án**

DISPLAY:

**Wind Speed**  
**Direction (blowing from)**

COMMENTS:



DATA PERIOD:

**Start Date: 01-Jan-18 - 00:00**  
**End Date: 31-Dec-20 - 23:00**

TOTAL COUNT:

**26303 hrs.**

CALM WINDS:

**0.44%**

AVG. WIND SPEED:

**3.93 m/s**

MODELER:

DATE:

PROJECT NO.:

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B5. Kịch bản 2023 – Nồng độ Metan trung bình 1h: RANK1

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**542348 ug/m<sup>3</sup>**

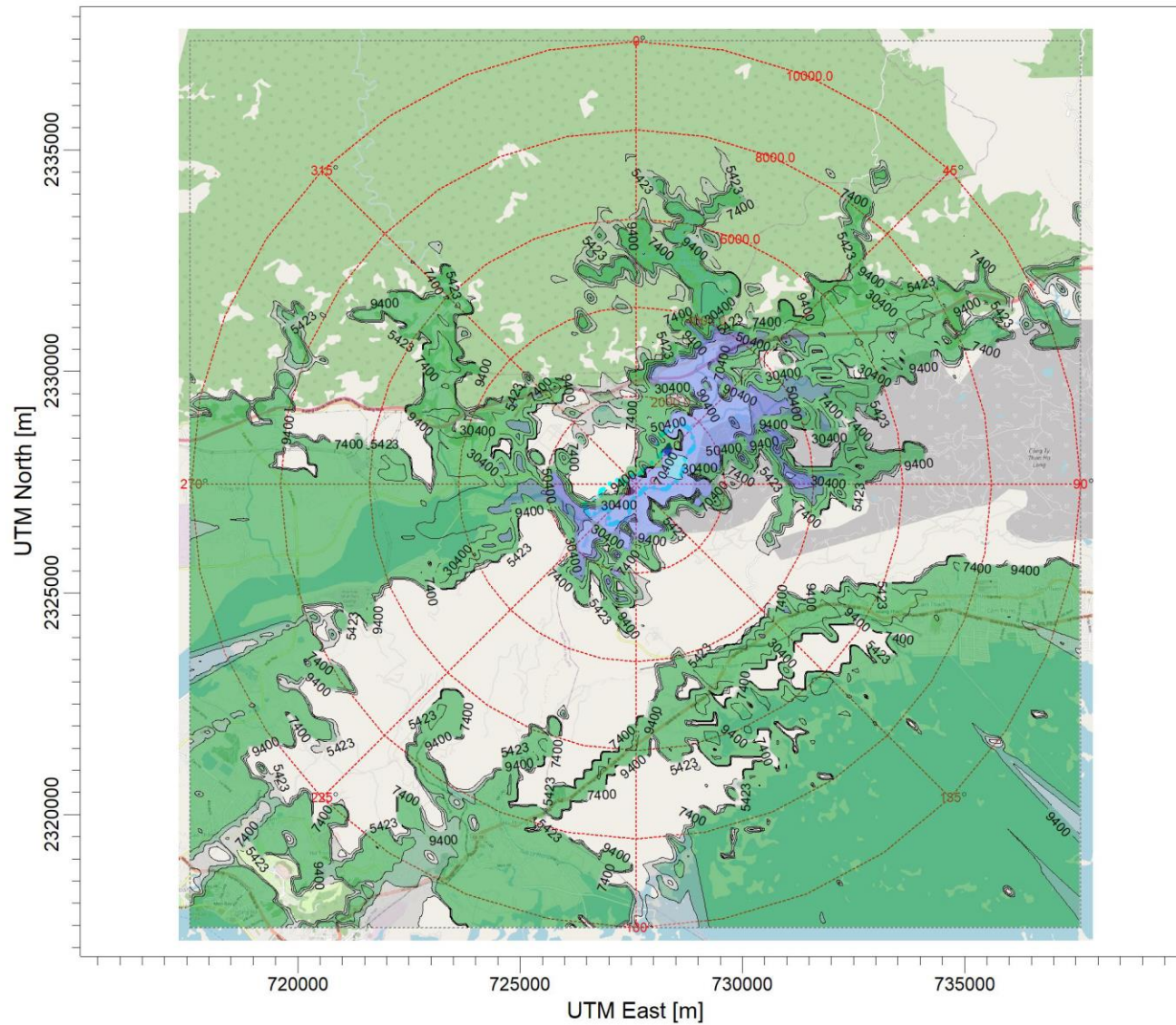
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 542348 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)

542348  
500400  
300400  
90400  
70400  
50400  
30400  
9400  
7400  
5423

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B6. Kích bản 2023 – Nồng độ Metan trung bình 24h: Rank 1

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**129602 ug/m<sup>3</sup>**

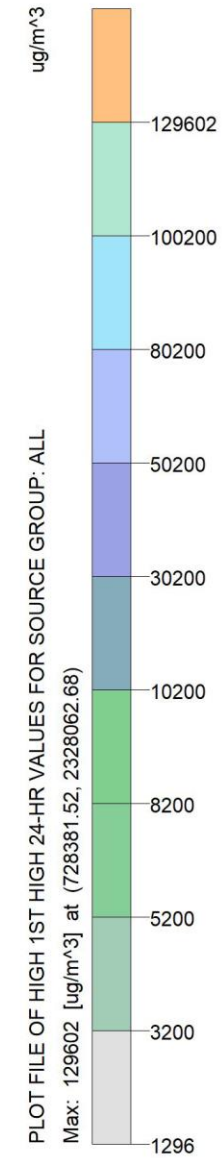
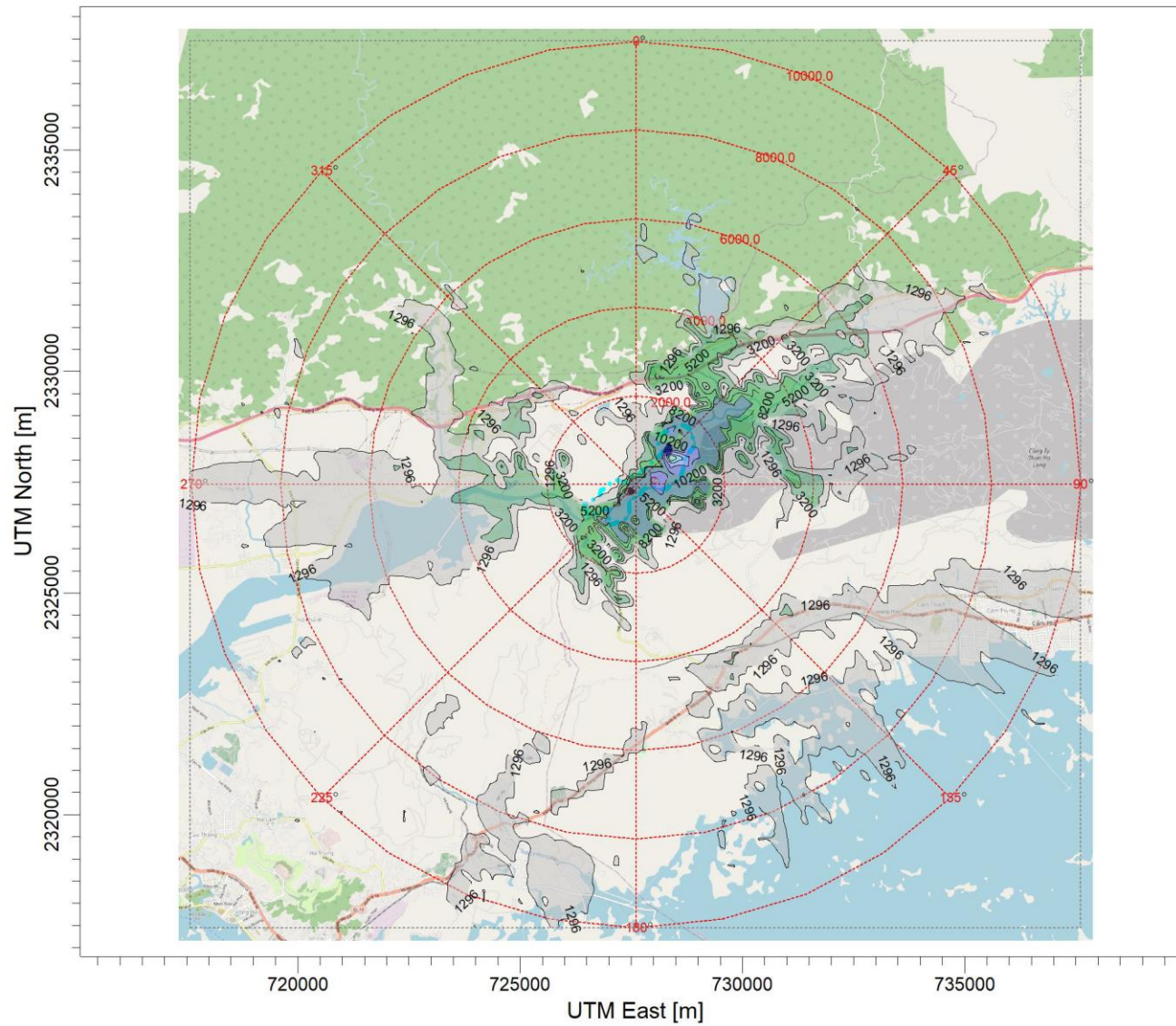
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:





PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B7. Kịch bản 2023 – Nồng độ Metan trung bình năm

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**16400 ug/m<sup>3</sup>**

MODELER:

DATE:

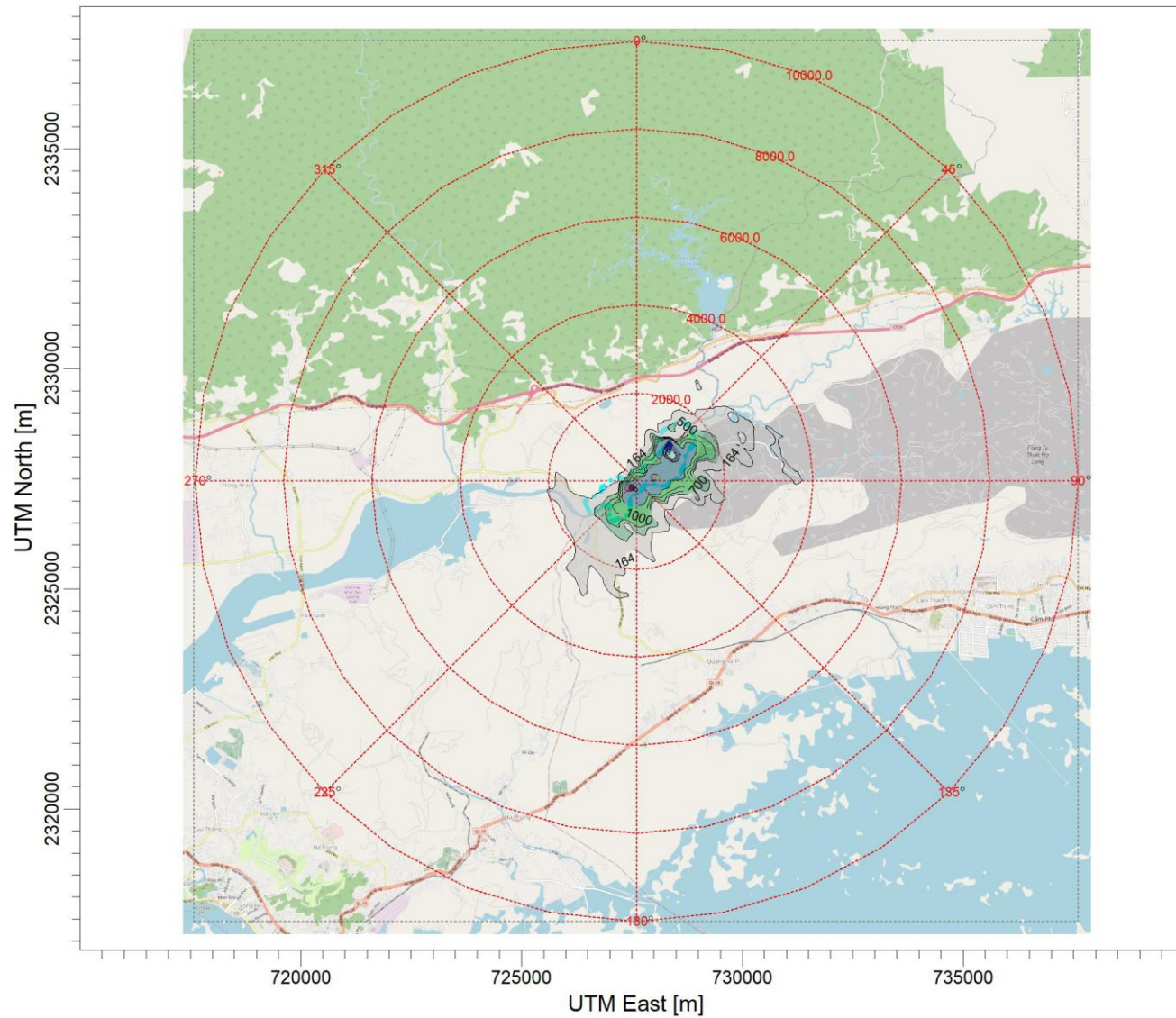
SCALE:

1:150,000

0

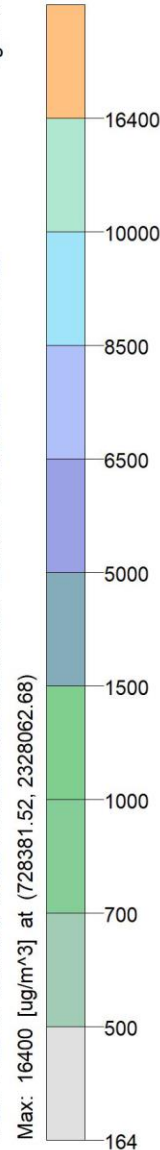
5 km

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF ANNUAL VALUES AVERAGED ACROSS 3 YEARS FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 16400 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B8. Kịch bản 2023 – Nồng độ Metan trung bình 1h: PERCENTILE 99

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**173145 ug/m<sup>3</sup>**

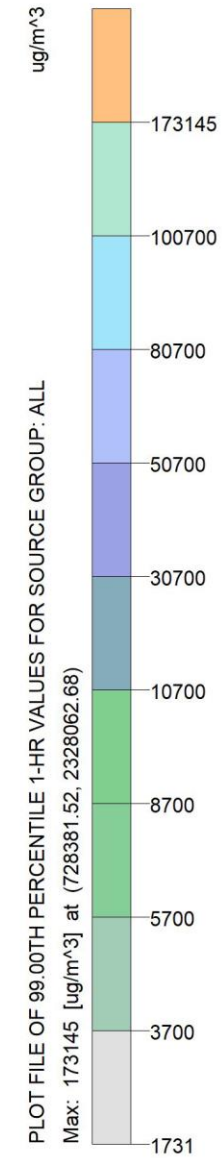
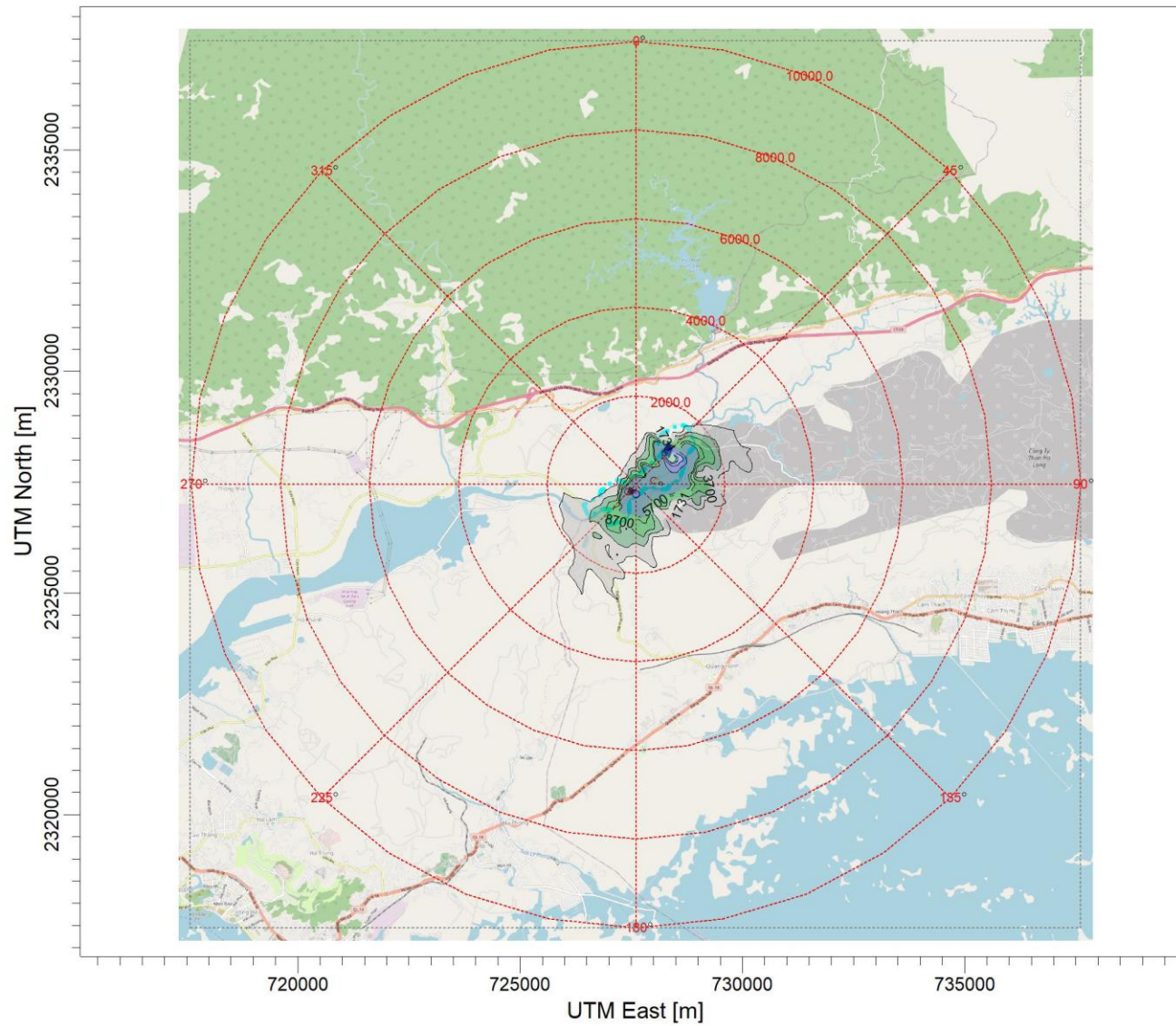
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B9. Kịch bản 2023 - Nồng độ Metan trung bình 24h: PERCENTILE 99

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**56718 ug/m<sup>3</sup>**

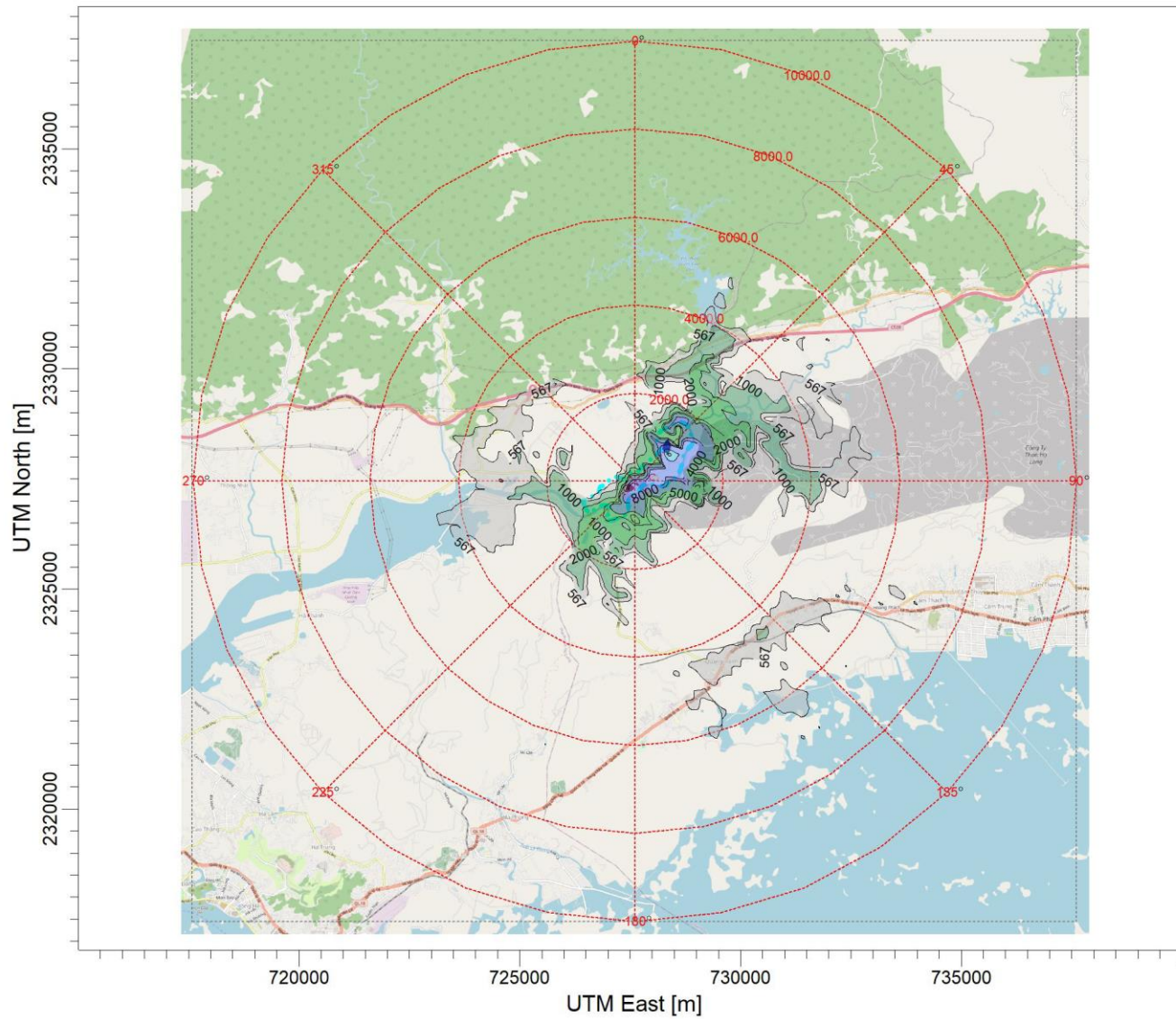
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 56718 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B10. Kịch bản 2027 - Metan trung bình 1h: RANK1

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**542466 ug/m<sup>3</sup>**

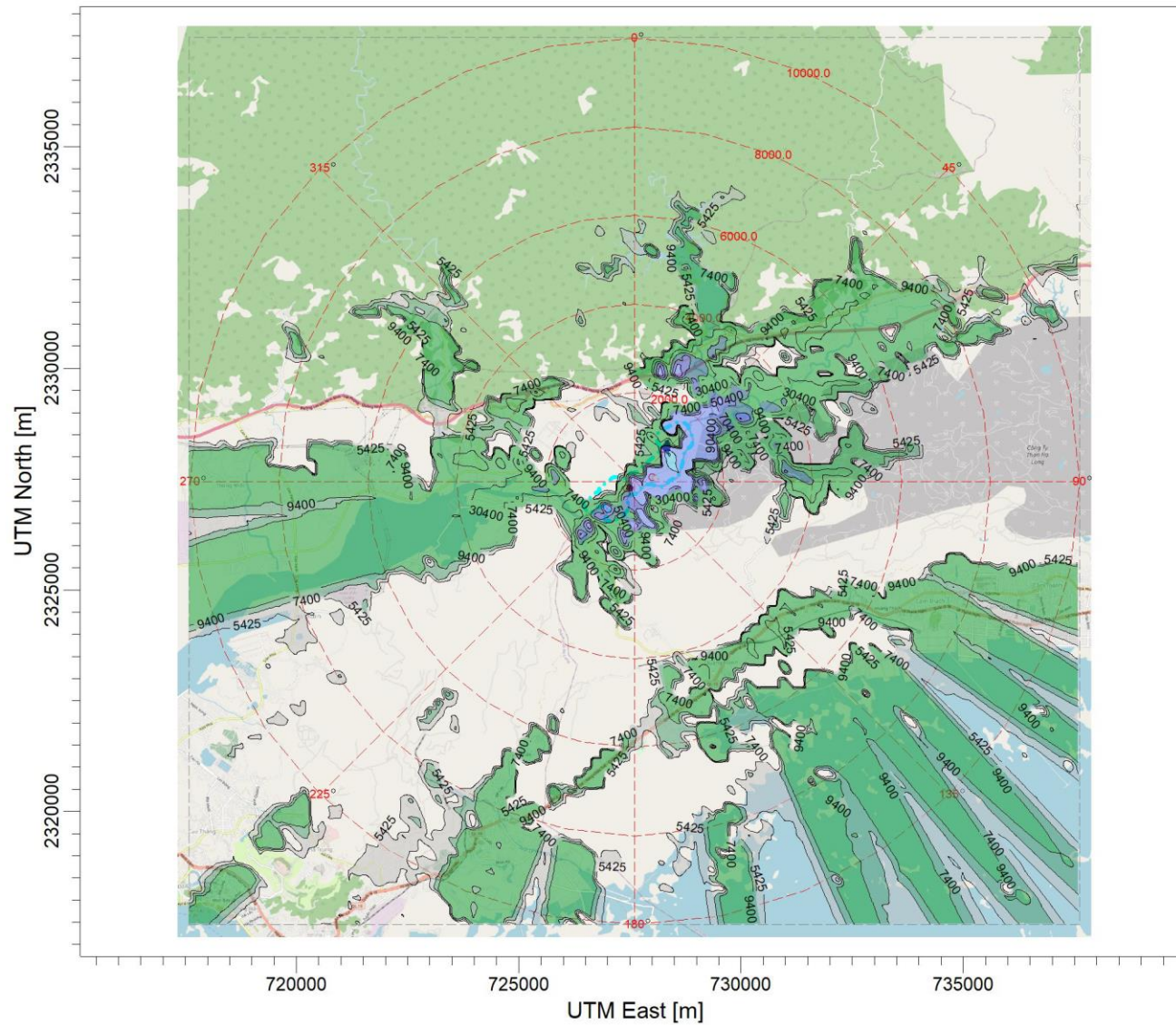
MODELER:

DATE:

SCALE:

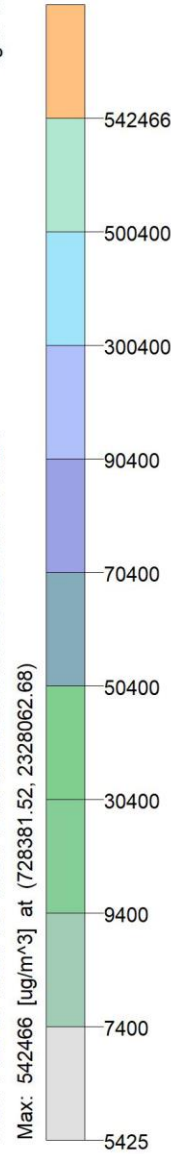
1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 542466 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B11. Kịch bản 2027 - Metan trung bình 24h: RANK1

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**103067 ug/m<sup>3</sup>**

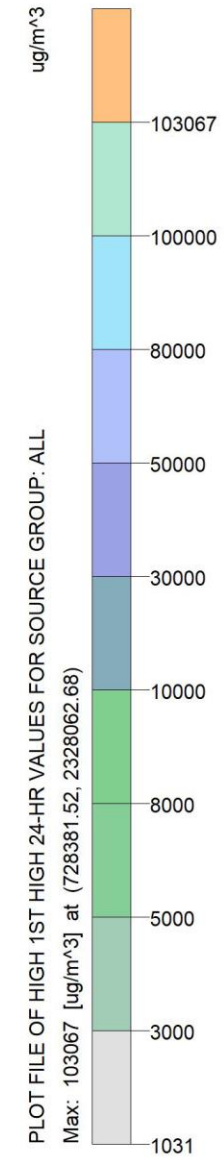
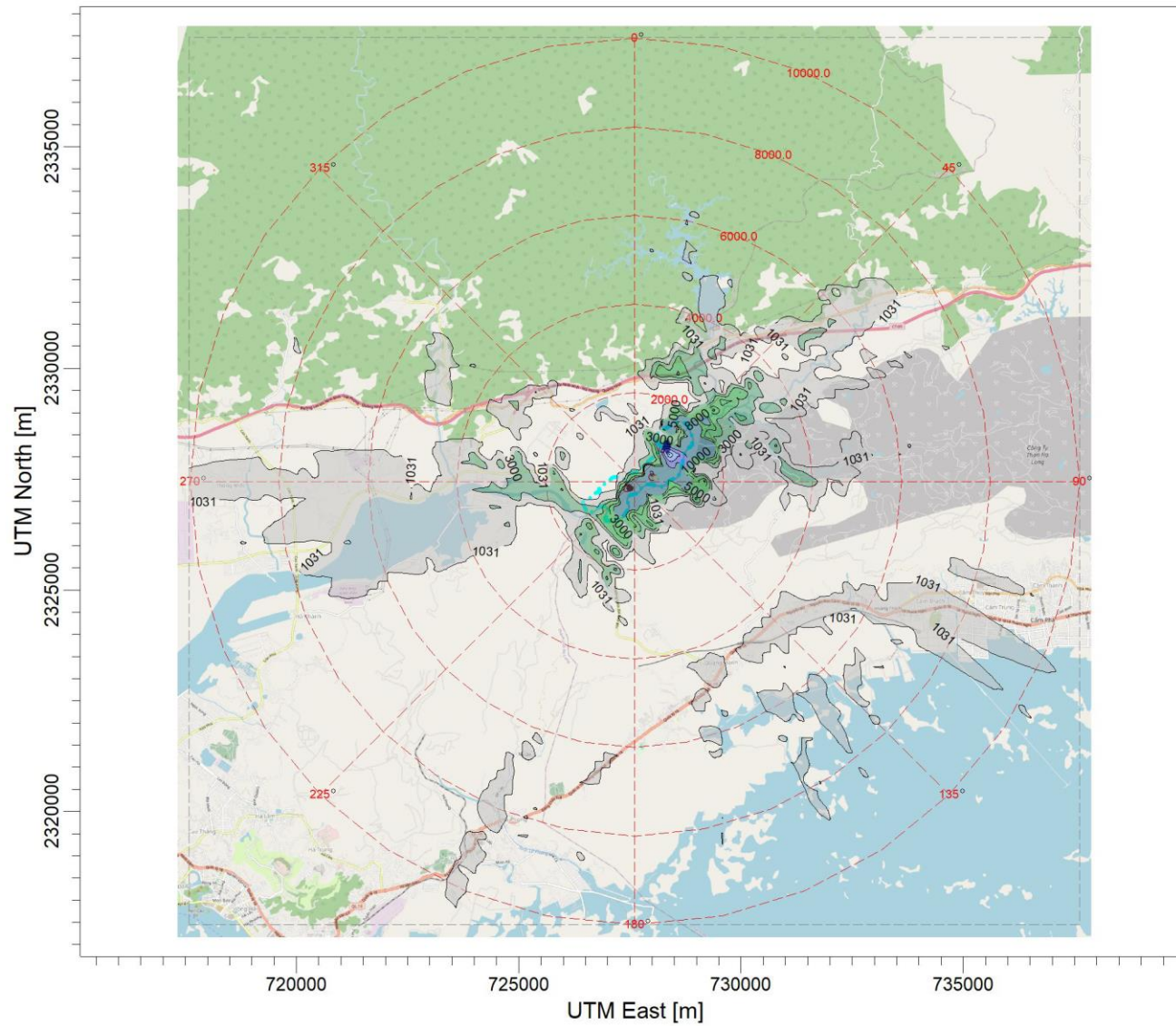
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B12. Kịch bản 2027 - Metan trung bình 1h: PERCENTILE 99

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**169447 ug/m<sup>3</sup>**

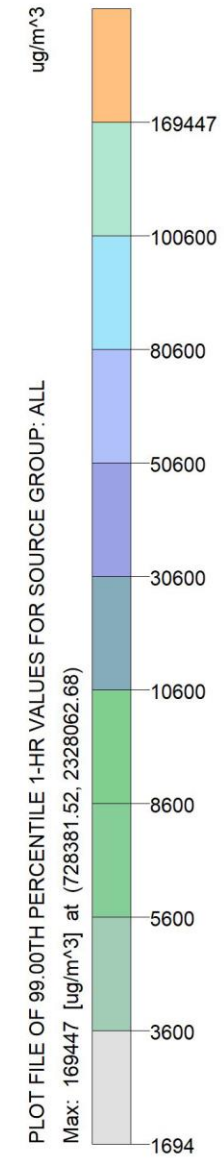
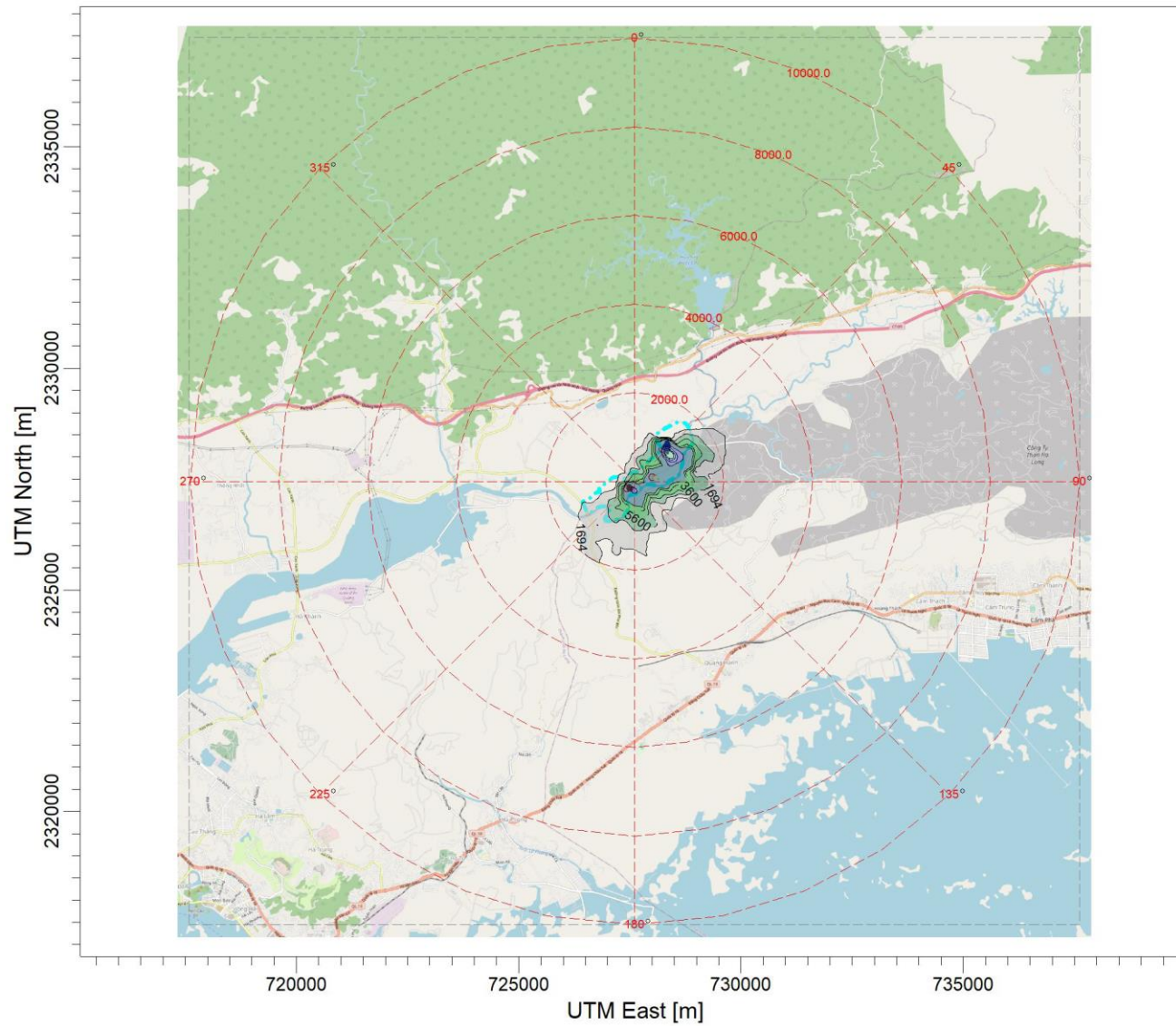
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B13. Kịch bản 2027 - Metan trung bình 24h: PERCENTILE 99

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**169447 ug/m<sup>3</sup>**

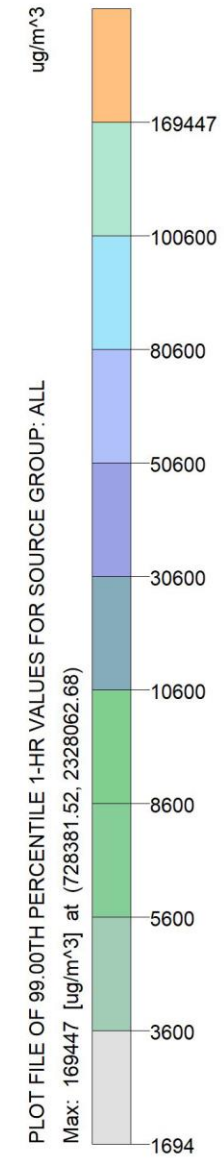
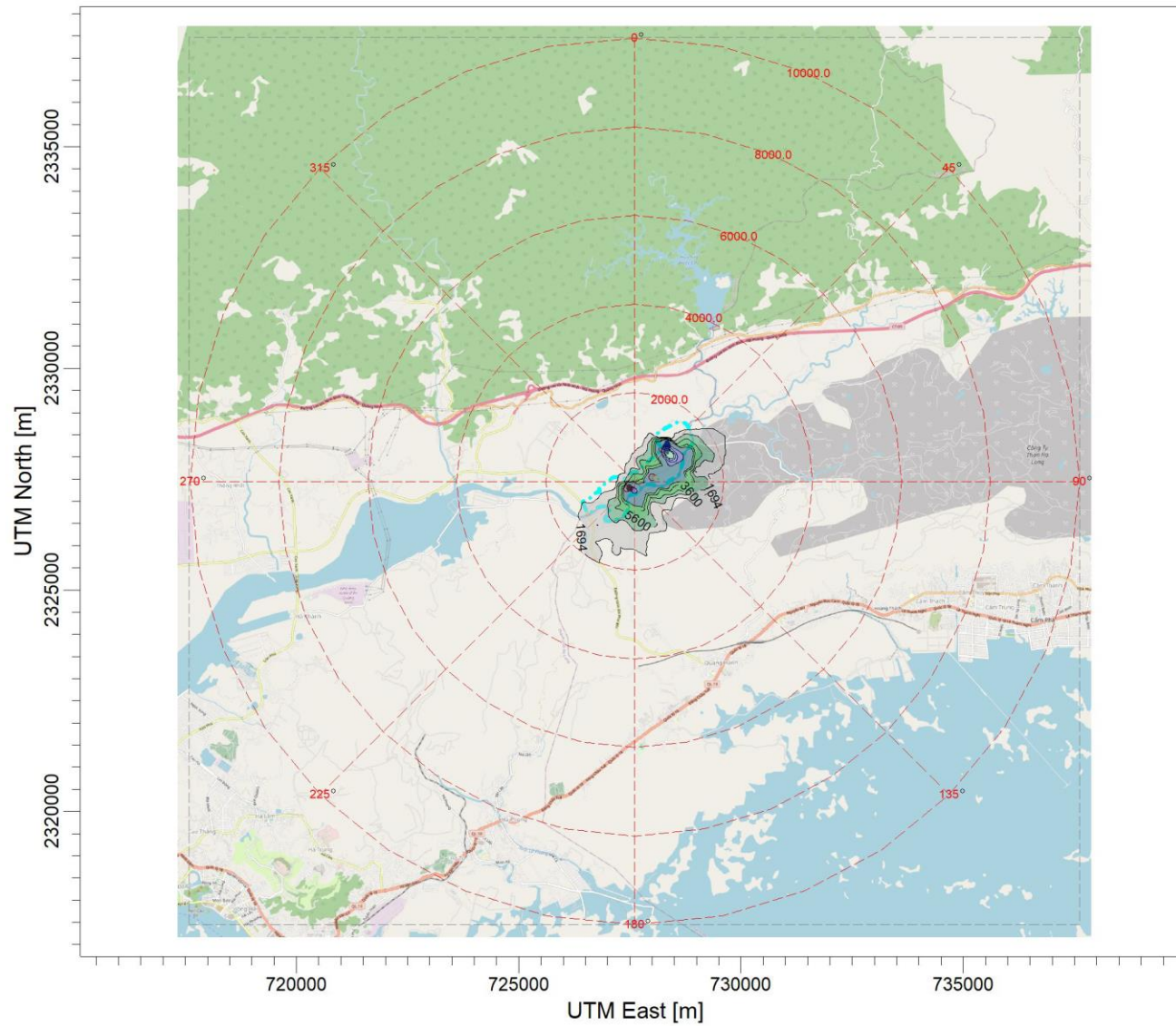
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B14. Kịch bản 2027 Nồng độ Metan trung bình năm

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**15293 ug/m<sup>3</sup>**

MODELER:

DATE:

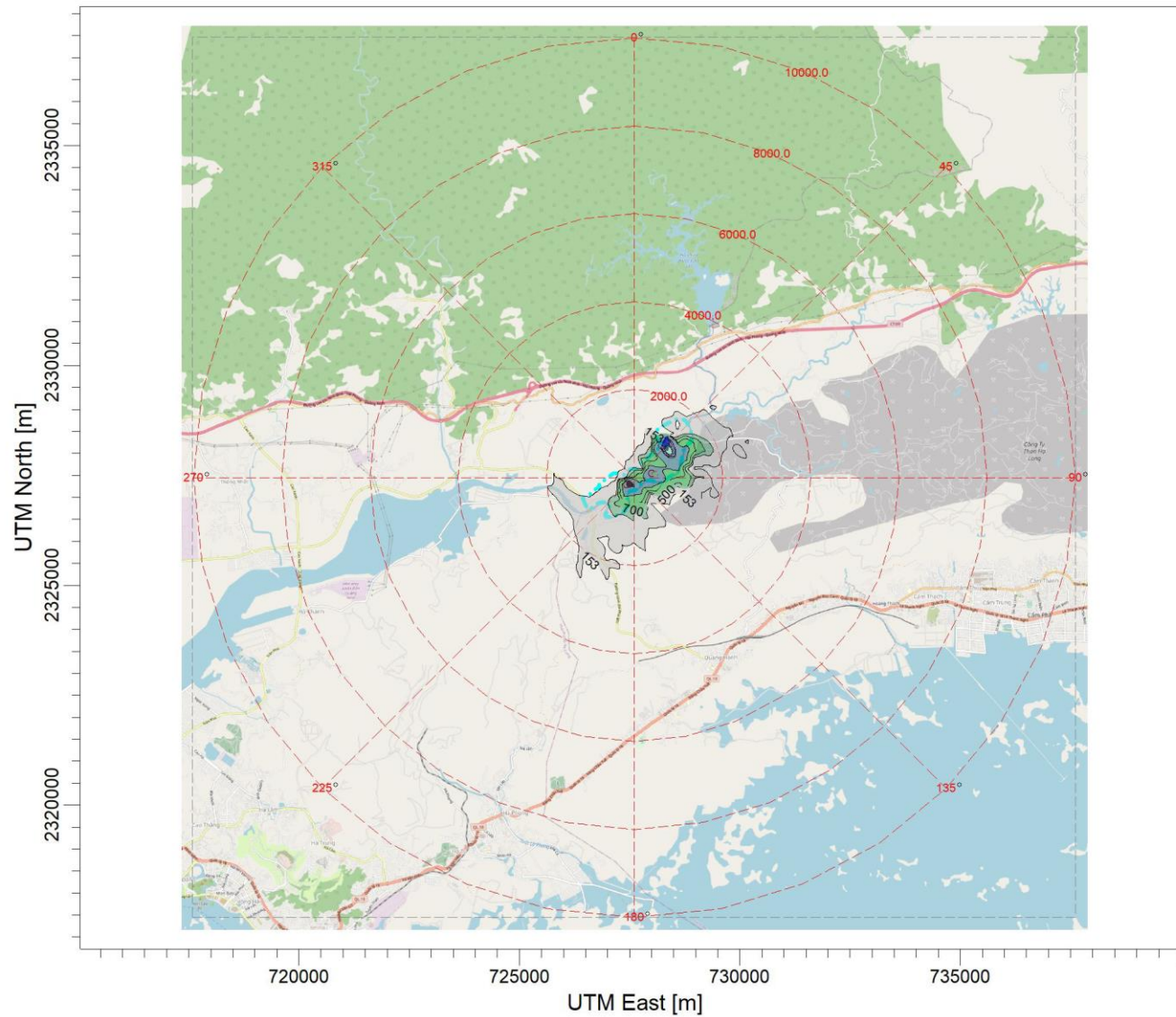
SCALE:

1:150,000

0

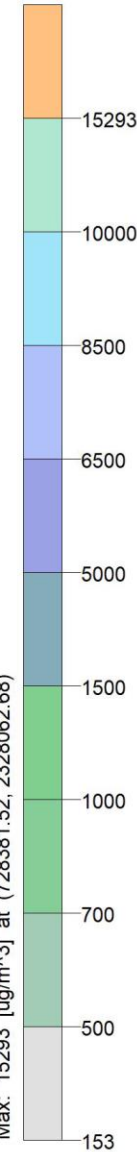
5 km

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF ANNUAL VALUES AVERAGED ACROSS 1 YEARS FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 15293 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)





PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
 B15. Kịch bản 2023 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1h: RANK1

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**83.0 ug/m<sup>3</sup>**

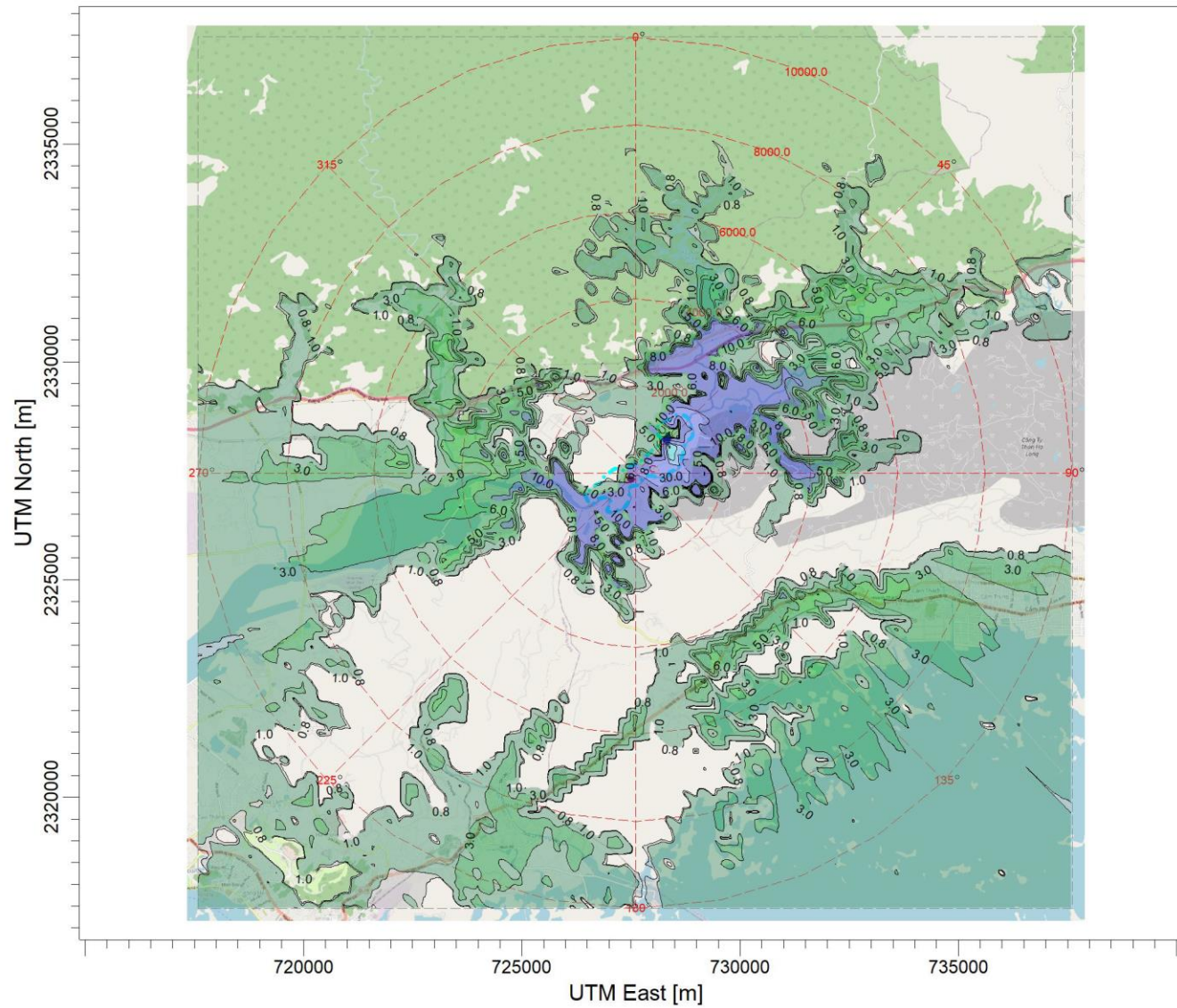
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF HIGH 1ST 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
 Max: 83.0 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B16. Kịch bản 2023 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24h: RANK1

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**19.8 ug/m<sup>3</sup>**

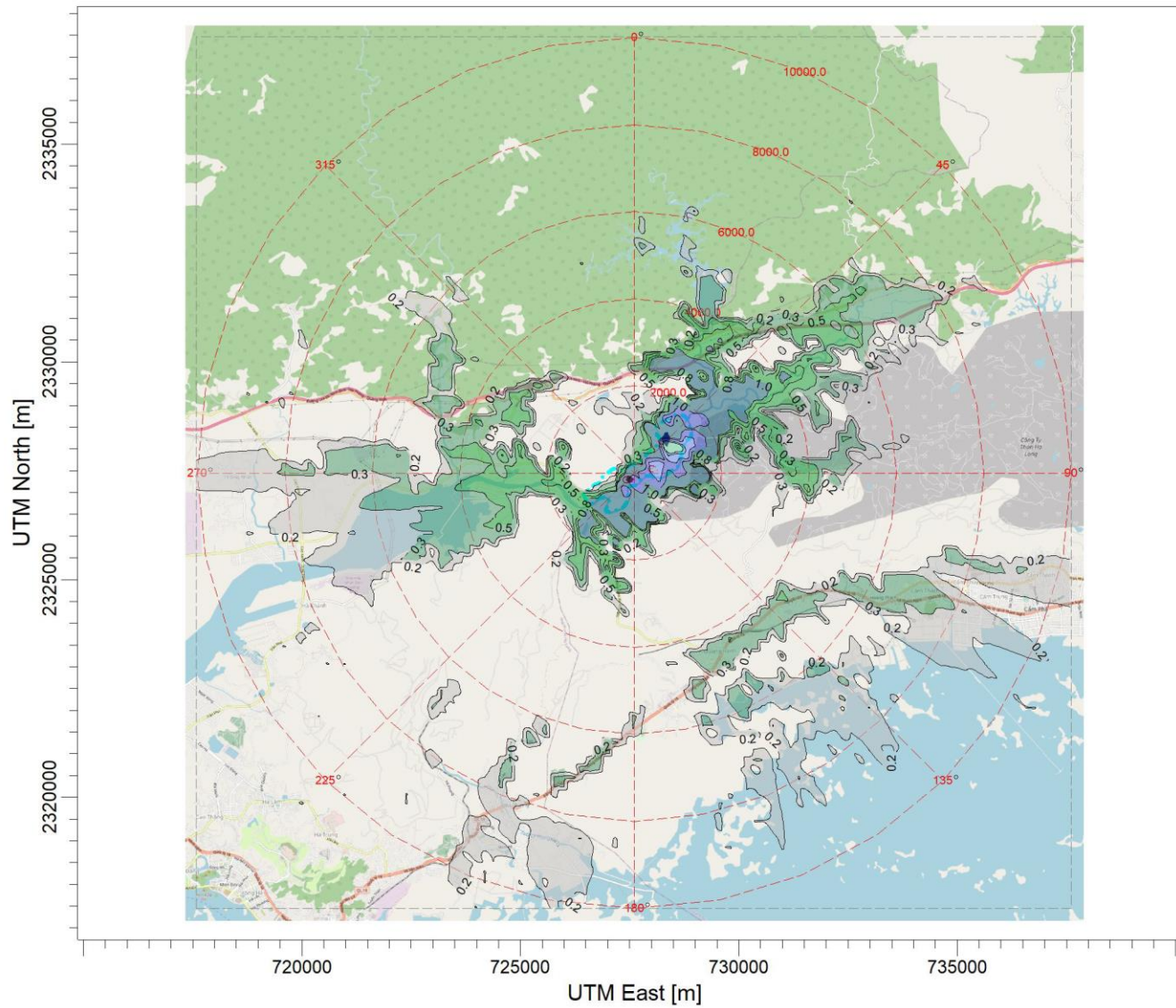
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 19.8 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B17. Kịch bản 2023 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1h: PERCENTILE 99

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**26.5 ug/m<sup>3</sup>**

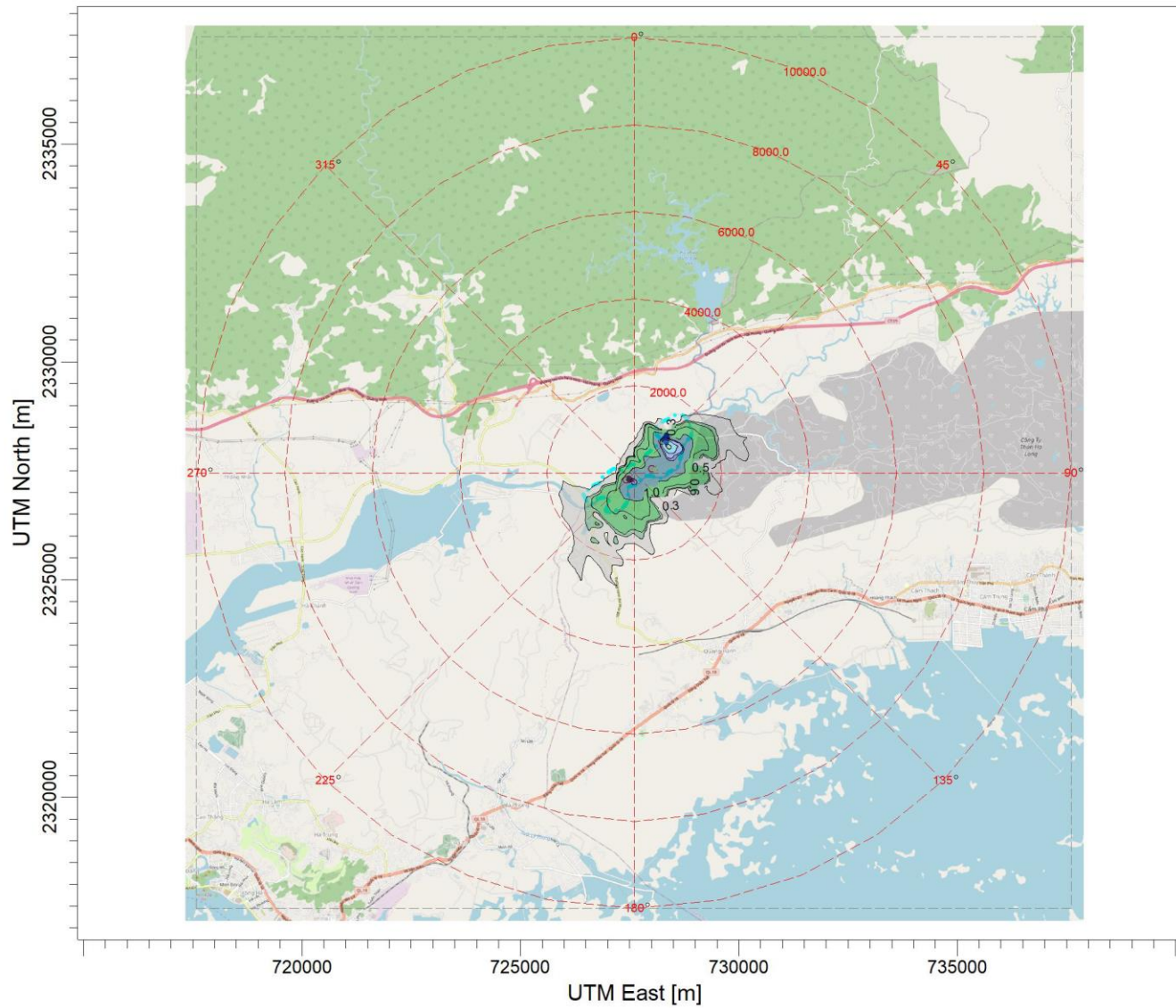
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 26.5 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B18. Kịch bản 2023 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24h: PERCENTILE 99

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**8.68 ug/m<sup>3</sup>**

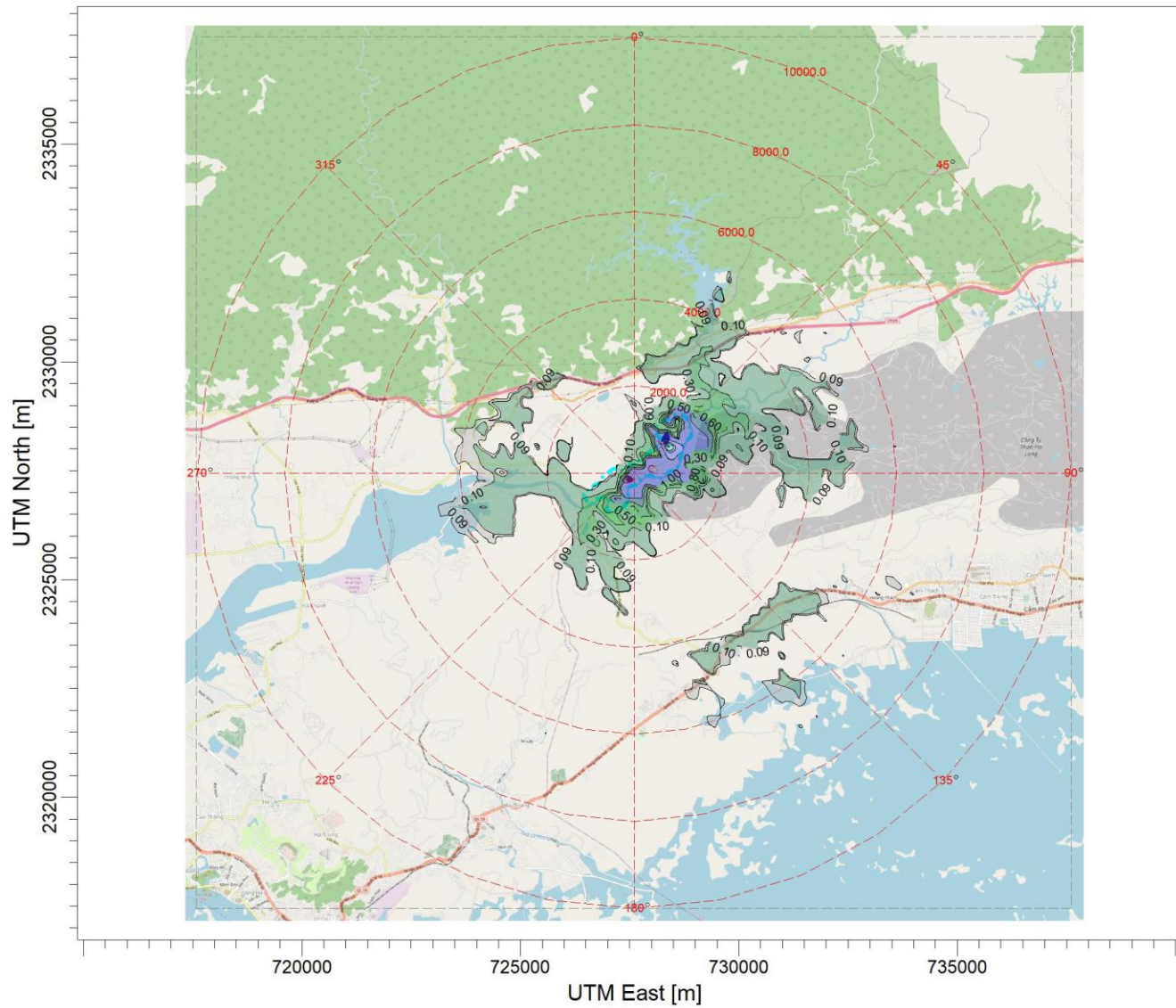
MODELER:

DATE:

SCALE:

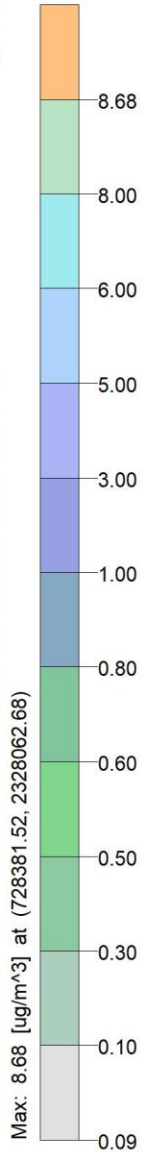
1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 8.68 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B19. Kịch bản 2023 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình năm

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**2.51 ug/m<sup>3</sup>**

MODELER:

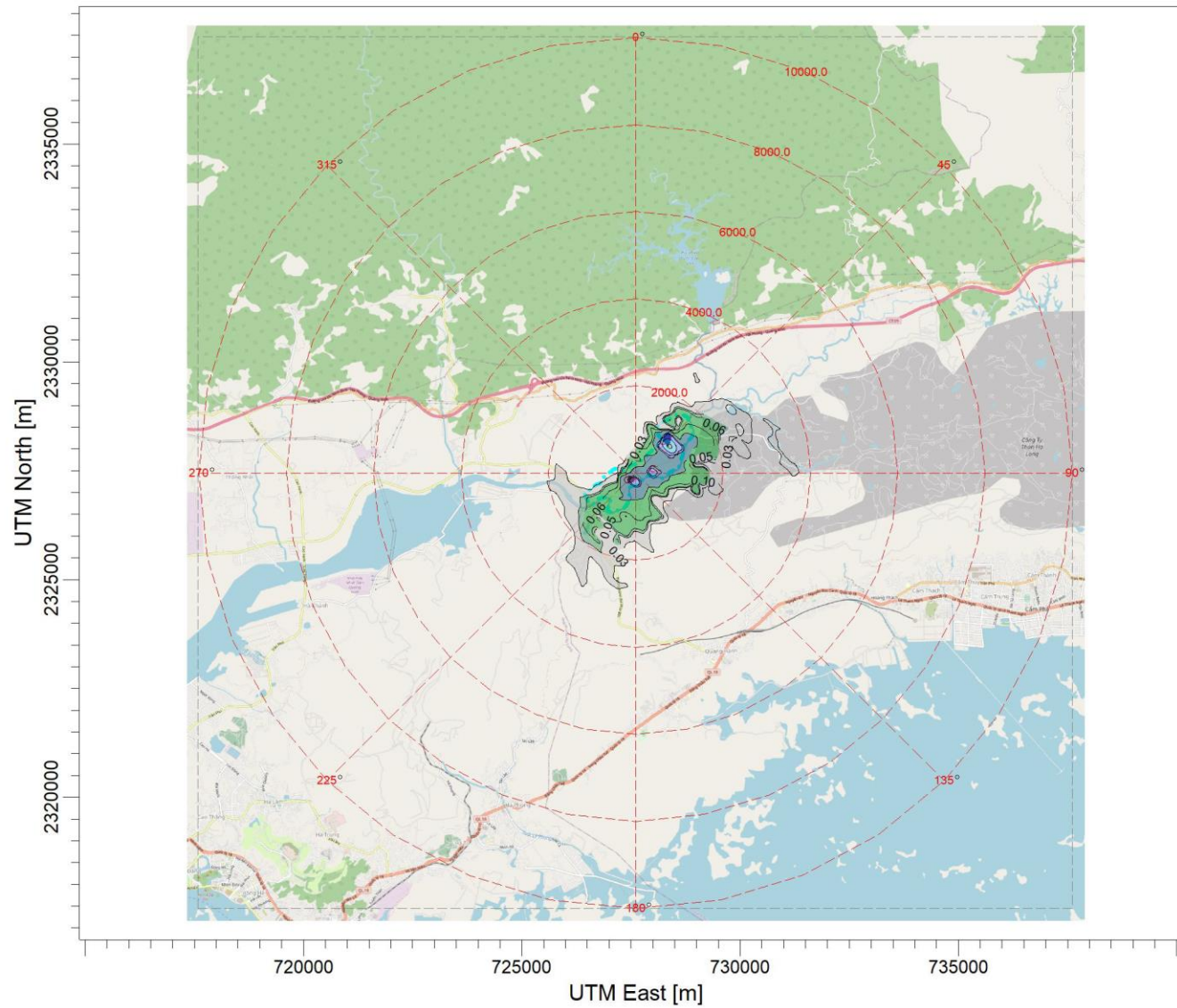
DATE:

SCALE:

1:150,000

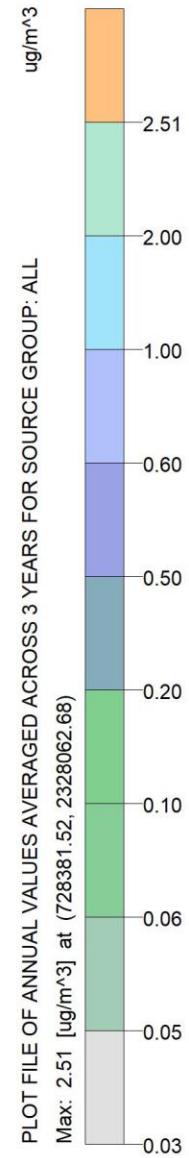
0  5 km

PROJECT NO.:



PLOT FILE OF ANNUAL VALUES AVERAGED ACROSS 3 YEARS FOR SOURCE GROUP: ALL

Max: 2.51 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B20. Kịch bản 2027 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1h: RANK1

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**83.0 ug/m<sup>3</sup>**

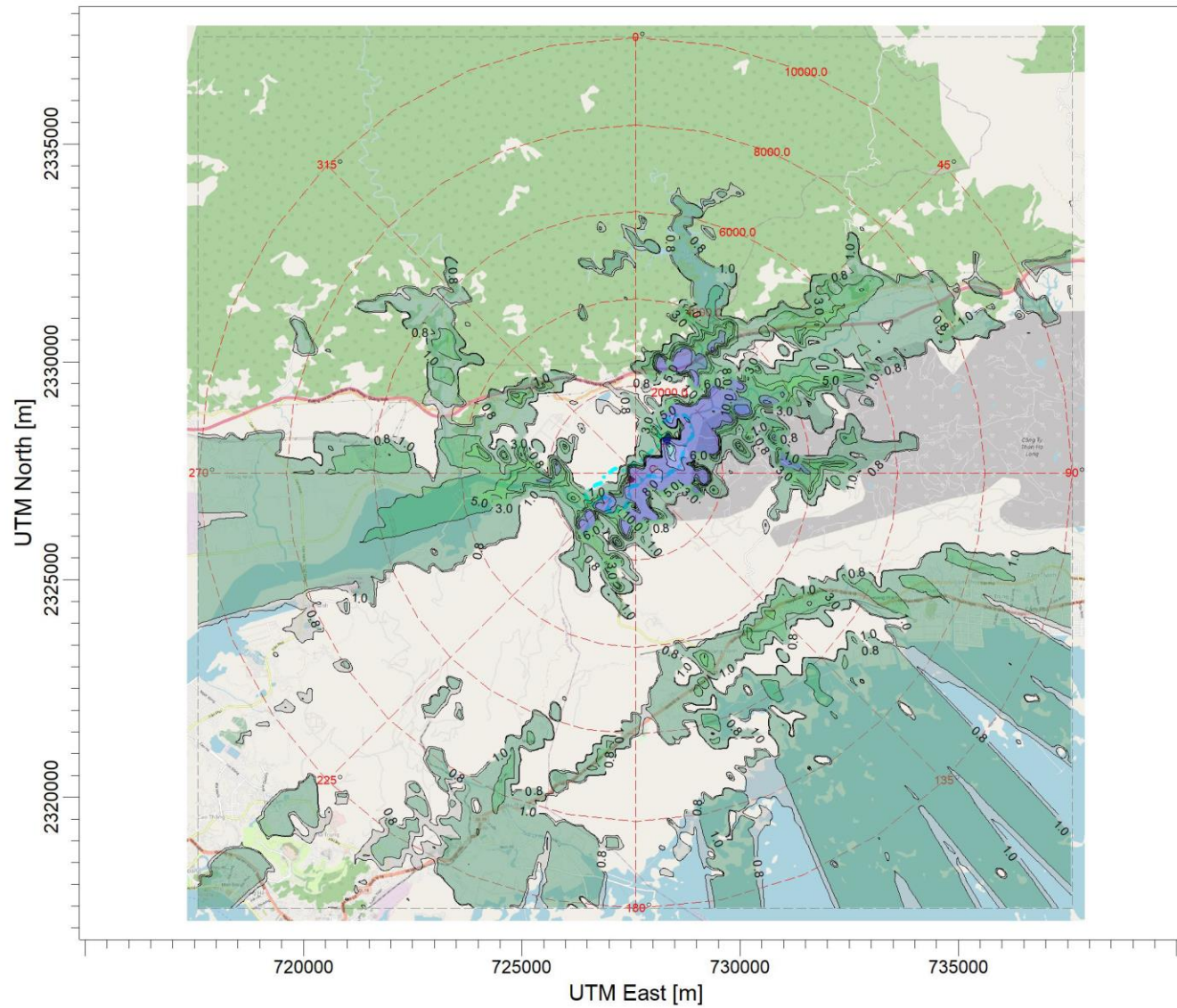
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 1-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 83.0 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)

PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B21. Kịch bản 2027 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24h: RANK1

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**15.8 ug/m<sup>3</sup>**

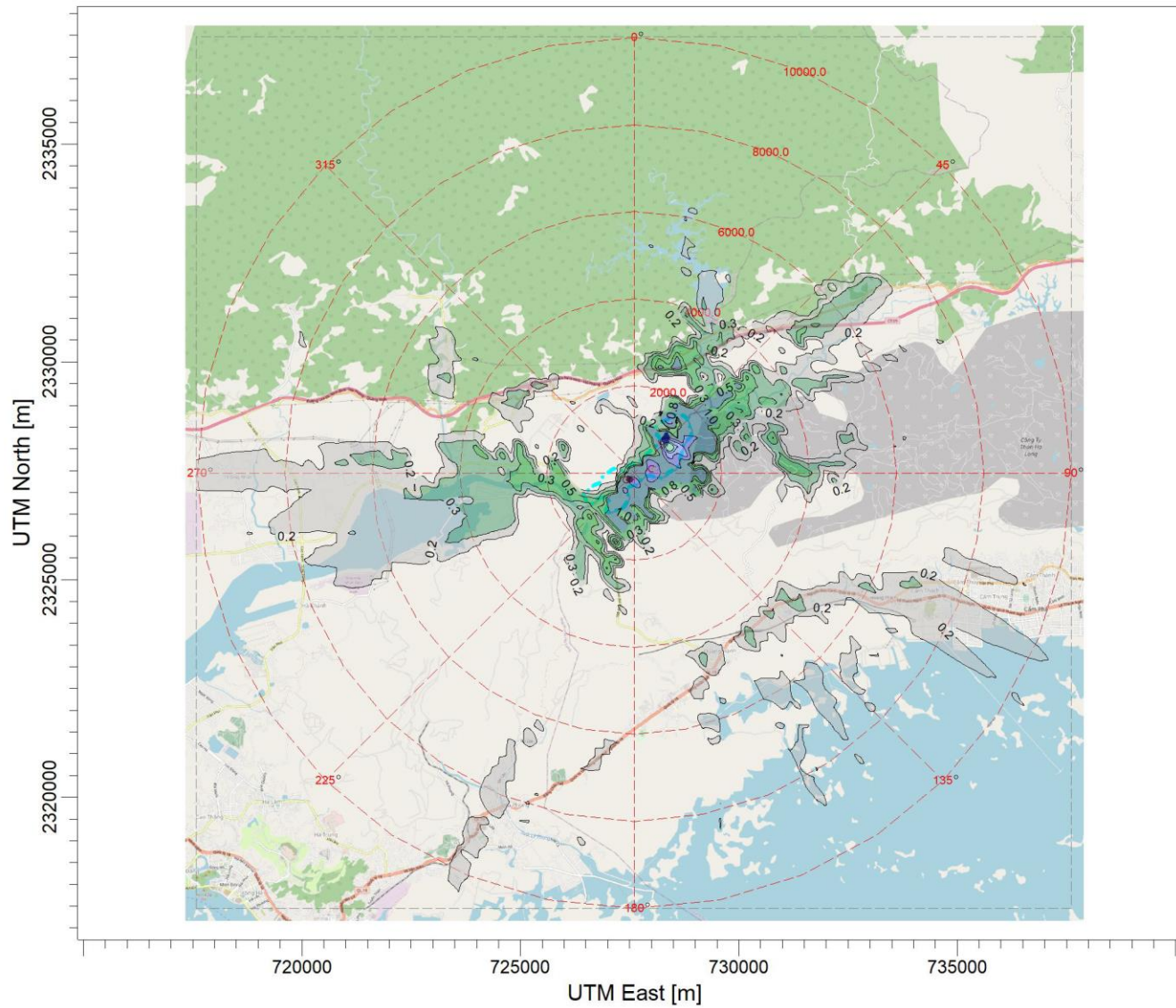
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:



ug/m<sup>3</sup>

PLOT FILE OF HIGH 1ST HIGH 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL  
Max: 15.8 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B22. Kịch bản 2027 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 1h: PERCENTILE 99

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**25.9 ug/m<sup>3</sup>**

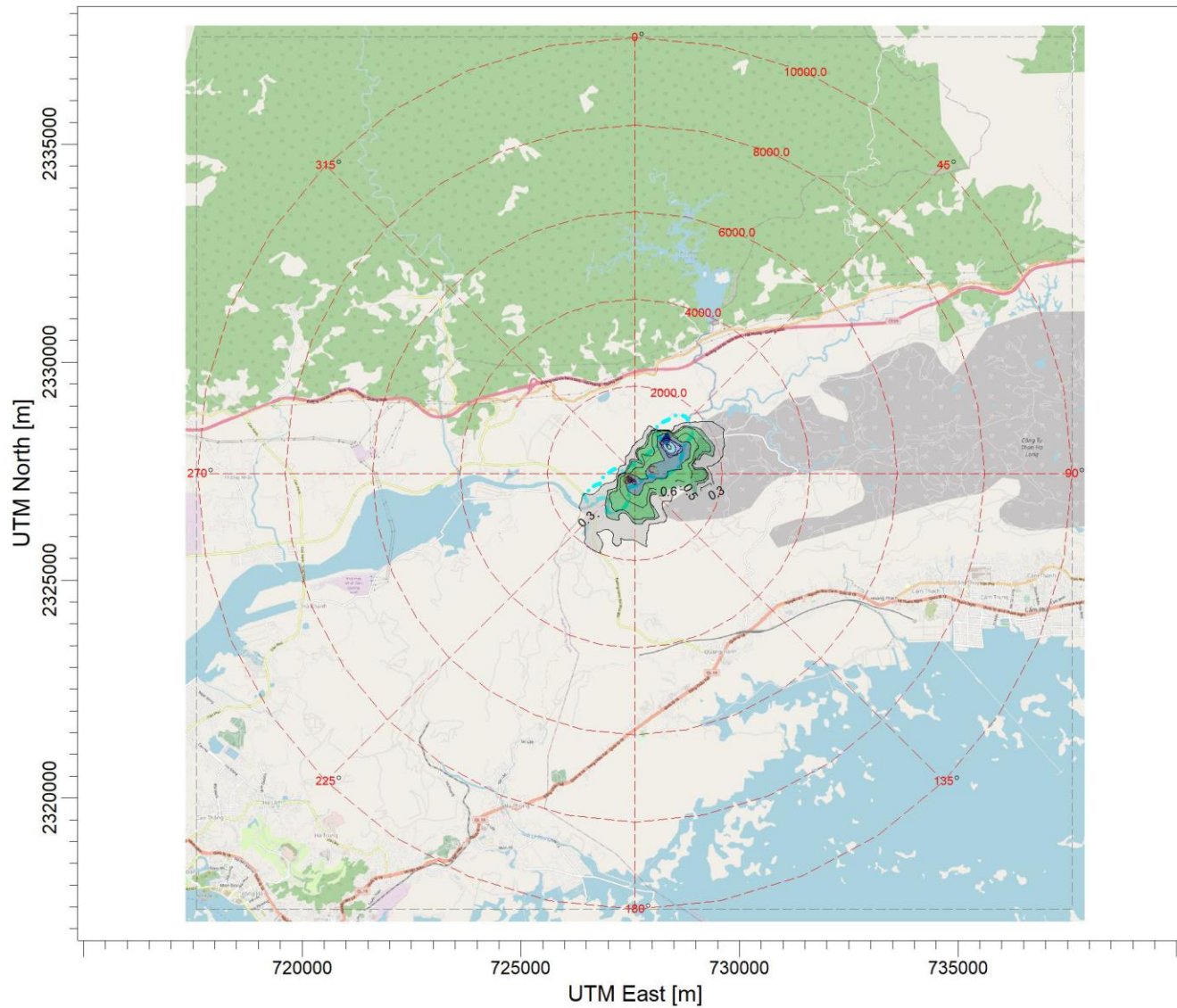
MODELER:

DATE:

SCALE:

1:150,000

PROJECT NO.:





PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B23. Kịch bản 2027 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình 24h: PERCENTILE 99

COMMENTS:

SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**9.677 ug/m<sup>3</sup>**

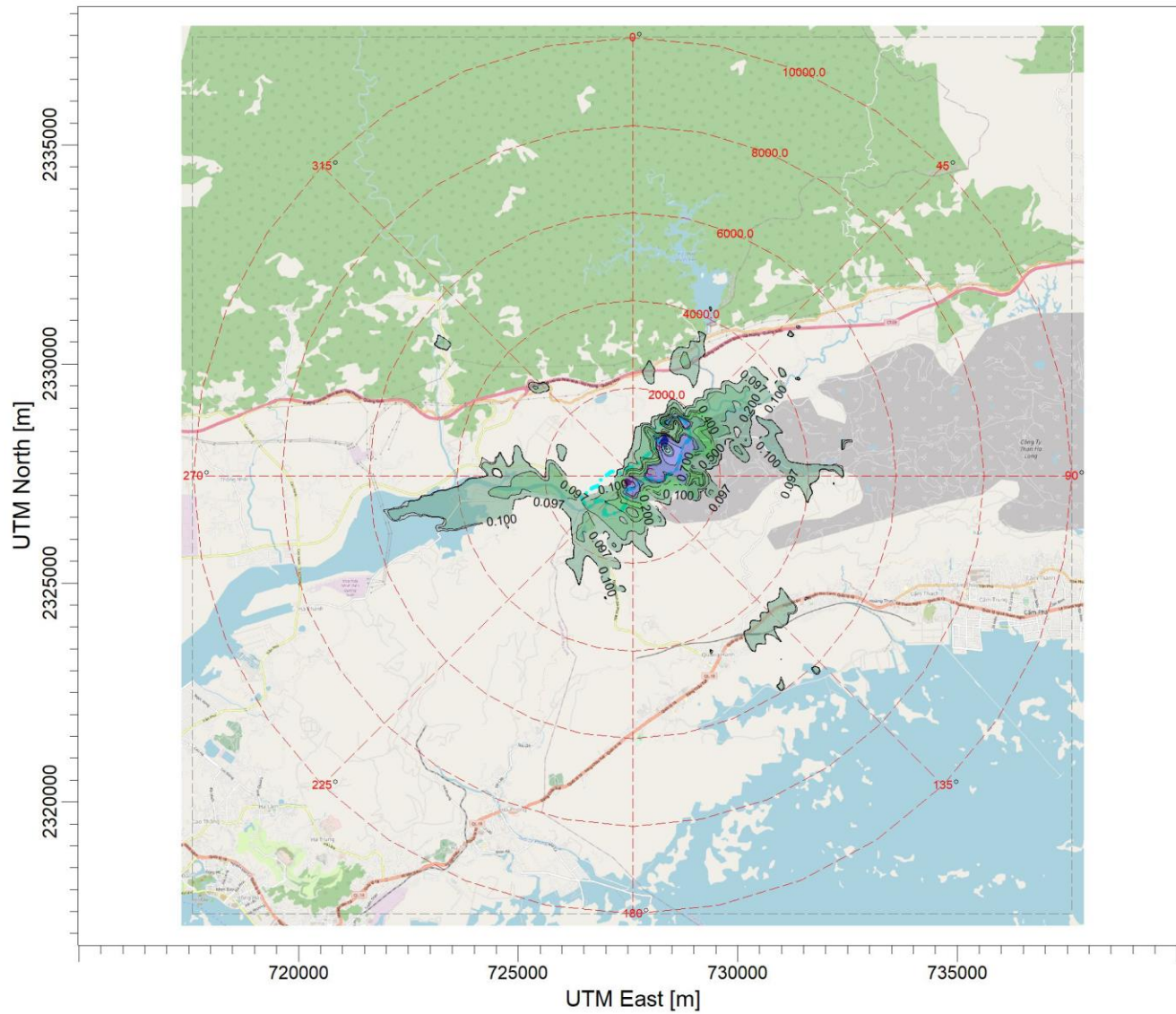
MODELER:

DATE:

SCALE:

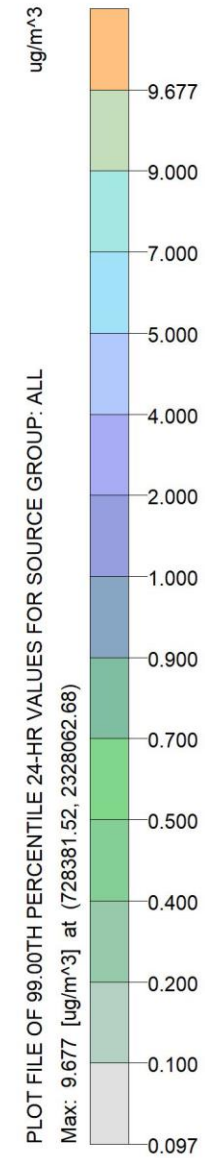
1:150,000

PROJECT NO.:



PLOT FILE OF 99.00TH PERCENTILE 24-HR VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL

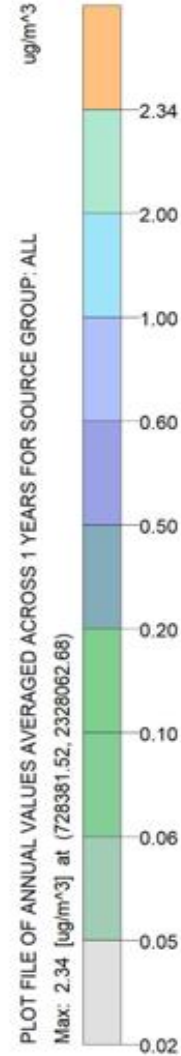
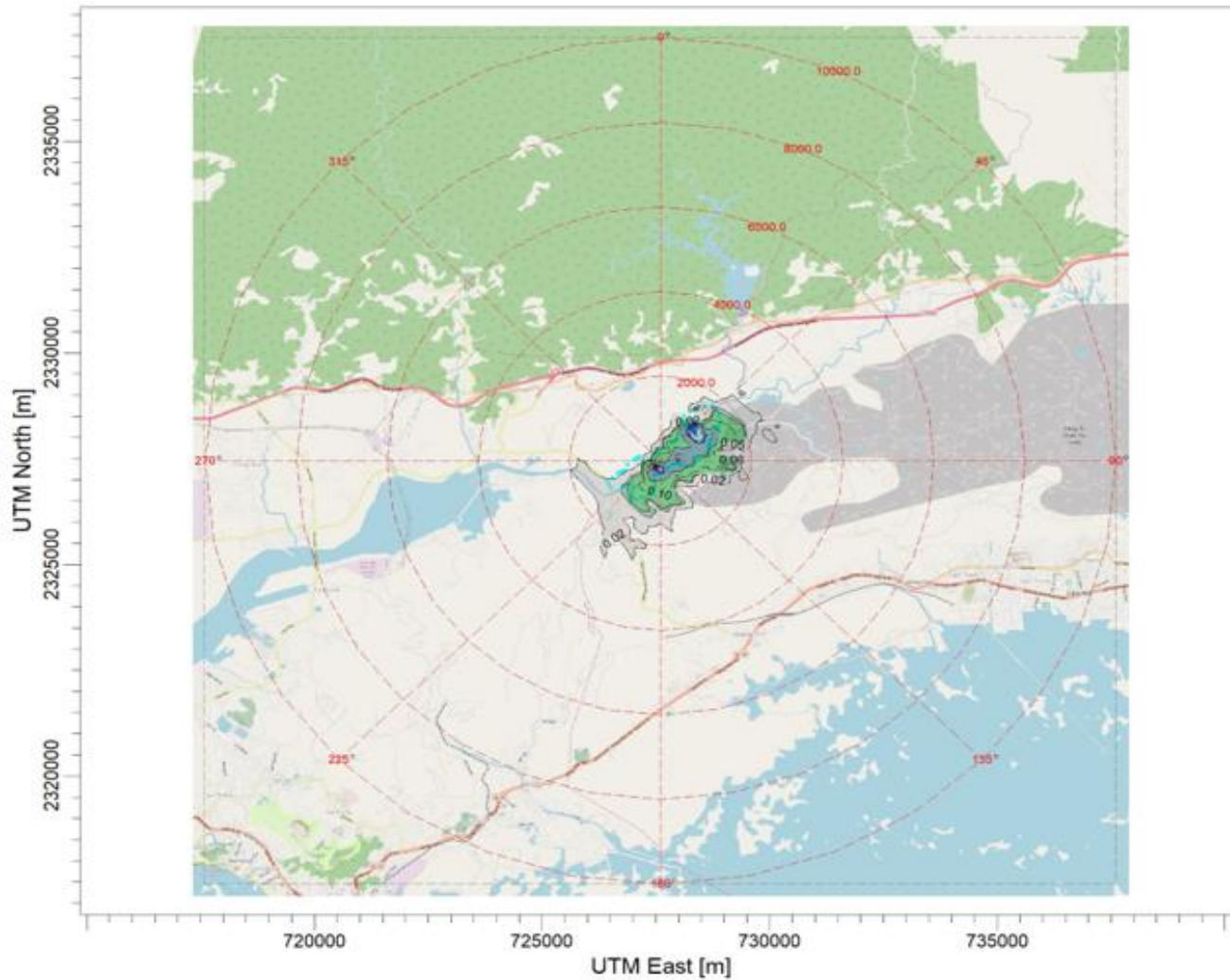
Max: 9.677 [ug/m<sup>3</sup>] at (728381.52, 2328062.68)



PROJECT TITLE:

Đánh giá HTMT các hồ chứa rác tạm tại xã Vũ Oai, TP. Hạ Long, tỉnh Quảng Ninh  
B24. Kịch bản 2027 – Nồng độ H<sub>2</sub>S trung bình năm

COMMENTS:



SOURCES:

**3**

RECEPTORS:

**10201**

OUTPUT TYPE:

**Concentration**

MAX:

**2.34 ug/m<sup>3</sup>**

MODELER:

DATE:

SCALE:

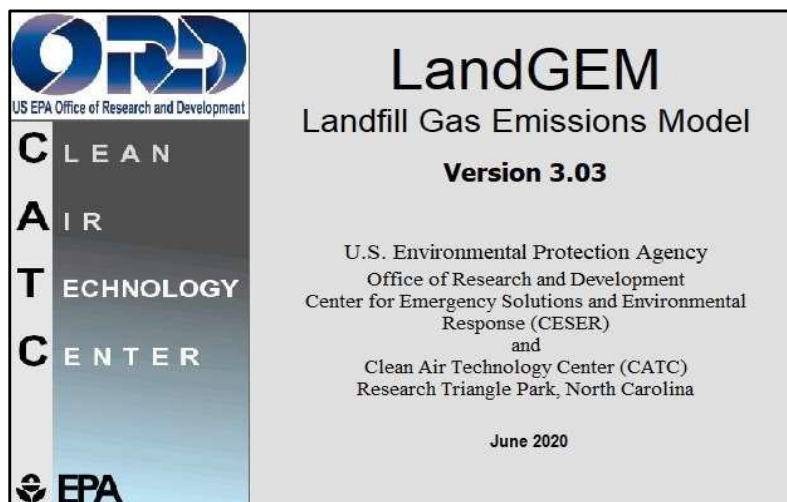
1:150,000

0

5 km

PROJECT NO.:

# PHỤ LỤC C



## Summary Report

**Landfill Name or Identifier:** Landfill Hole No-1

**Date:** Saturday, December 4, 2021

### Description/Comments:

#### About LandGEM:

First-Order Decomposition Rate Equation:

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 kL_0 \left( \frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{ij}}$$

Where,

$Q_{CH_4}$  = annual methane generation in the year of the calculation ( $m^3/year$ )

$i$  = 1-year time increment

$n$  = (year of the calculation) - (initial year of waste acceptance)

$j$  = 0.1-year time increment

$k$  = methane generation rate ( $year^{-1}$ )

$L_0$  = potential methane generation capacity ( $m^3/Mg$ )

$M_i$  = mass of waste accepted in the  $i^{th}$  year ( $Mg$ )

$t_{ij}$  = age of the  $j^{th}$  section of waste mass  $M_i$  accepted in the  $i^{th}$  year (*decimal years*, e.g., 3.2 years)

LandGEM is based on a first-order decomposition rate equation for quantifying emissions from the decomposition of landfilled waste in municipal solid waste (MSW) landfills. The software provides a relatively simple approach to estimating landfill gas emissions. Model defaults are based on empirical data from U.S. landfills. Field test data can also be used in place of model defaults when available. Further guidance on EPA test methods, Clean Air Act (CAA) regulations, and other guidance regarding landfill gas emissions and control technology requirements can be found at <http://www.epa.gov/ttnatw01/landfill/landflpg.html>.

LandGEM is considered a screening tool — the better the input data, the better the estimates. Often, there are limitations with the available data regarding waste quantity and composition, variation in design and operating practices over time, and changes occurring over time that impact the emissions potential. Changes to landfill operation, such as operating under wet conditions through leachate recirculation or other liquid additions, will result in generating more gas at a faster rate. Defaults for estimating emissions for this type of operation are being developed to include in LandGEM along with defaults for conventional landfills (no leachate or liquid additions) for developing emission inventories and determining CAA applicability. Refer to the Web site identified above for future updates.

**Input Review**

LANDFILL CHARACTERISTICS

Landfill Open Year **2016**  
 Landfill Closure Year (with 80-year limit) **2017**  
 Actual Closure Year (without limit) **2017**  
 Have Model Calculate Closure Year? **No**  
 Waste Design Capacity *megagrams*

MODEL PARAMETERS

Methane Generation Rate, k **0.050** *year<sup>-1</sup>*  
 Potential Methane Generation Capacity, L<sub>0</sub> **170** *m<sup>3</sup>/Mg*  
 NMOC Concentration **600** *ppmv as hexane*  
 Methane Content **50** *% by volume*

GASES / POLLUTANTS SELECTED

Gas / Pollutant #1: **Methane**  
 Gas / Pollutant #2: **Hydrogen sulfide**  
 Gas / Pollutant #3: **Carbon monoxide**  
 Gas / Pollutant #4: **Hexane - HAP/VOC**

WASTE ACCEPTANCE RATES

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2016	13,118	14,430	0	0
2017	201,336	221,470	13,118	14,430
2018	0	0	214,454	235,899
2019	0	0	214,454	235,899
2020	0	0	214,454	235,899
2021	0	0	214,454	235,899
2022	0	0	214,454	235,899
2023	0	0	214,454	235,899
2024	0	0	214,454	235,899
2025	0	0	214,454	235,899
2026	0	0	214,454	235,899
2027	0	0	214,454	235,899
2028	0	0	214,454	235,899
2029	0	0	214,454	235,899
2030	0	0	214,454	235,899
2031	0	0	214,454	235,899
2032	0	0	214,454	235,899
2033	0	0	214,454	235,899
2034	0	0	214,454	235,899
2035	0	0	214,454	235,899
2036	0	0	214,454	235,899
2037	0	0	214,454	235,899
2038	0	0	214,454	235,899
2039	0	0	214,454	235,899
2040	0	0	214,454	235,899
2041	0	0	214,454	235,899
2042	0	0	214,454	235,899
2043	0	0	214,454	235,899
2044	0	0	214,454	235,899
2045	0	0	214,454	235,899
2046	0	0	214,454	235,899
2047	0	0	214,454	235,899
2048	0	0	214,454	235,899
2049	0	0	214,454	235,899
2050	0	0	214,454	235,899
2051	0	0	214,454	235,899
2052	0	0	214,454	235,899
2053	0	0	214,454	235,899
2054	0	0	214,454	235,899
2055	0	0	214,454	235,899

## WASTE ACCEPTANCE RATES (Continued)

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2056	0	0	214,454	235,899
2057	0	0	214,454	235,899
2058	0	0	214,454	235,899
2059	0	0	214,454	235,899
2060	0	0	214,454	235,899
2061	0	0	214,454	235,899
2062	0	0	214,454	235,899
2063	0	0	214,454	235,899
2064	0	0	214,454	235,899
2065	0	0	214,454	235,899
2066	0	0	214,454	235,899
2067	0	0	214,454	235,899
2068	0	0	214,454	235,899
2069	0	0	214,454	235,899
2070	0	0	214,454	235,899
2071	0	0	214,454	235,899
2072	0	0	214,454	235,899
2073	0	0	214,454	235,899
2074	0	0	214,454	235,899
2075	0	0	214,454	235,899
2076	0	0	214,454	235,899
2077	0	0	214,454	235,899
2078	0	0	214,454	235,899
2079	0	0	214,454	235,899
2080	0	0	214,454	235,899
2081	0	0	214,454	235,899
2082	0	0	214,454	235,899
2083	0	0	214,454	235,899
2084	0	0	214,454	235,899
2085	0	0	214,454	235,899
2086	0	0	214,454	235,899
2087	0	0	214,454	235,899
2088	0	0	214,454	235,899
2089	0	0	214,454	235,899
2090	0	0	214,454	235,899
2091	0	0	214,454	235,899
2092	0	0	214,454	235,899
2093	0	0	214,454	235,899
2094	0	0	214,454	235,899
2095	0	0	214,454	235,899

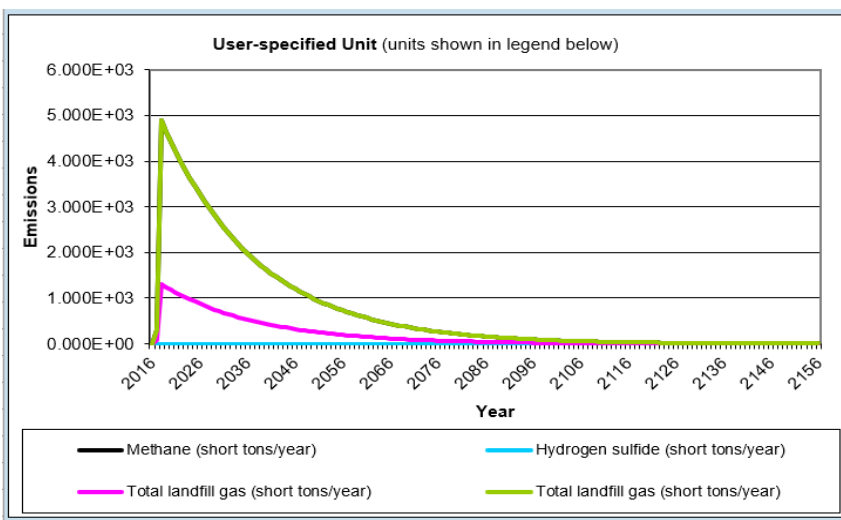
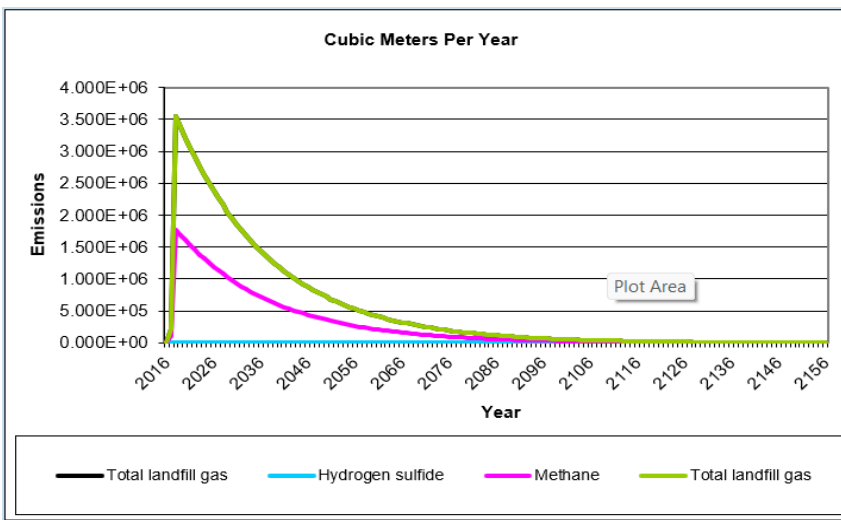
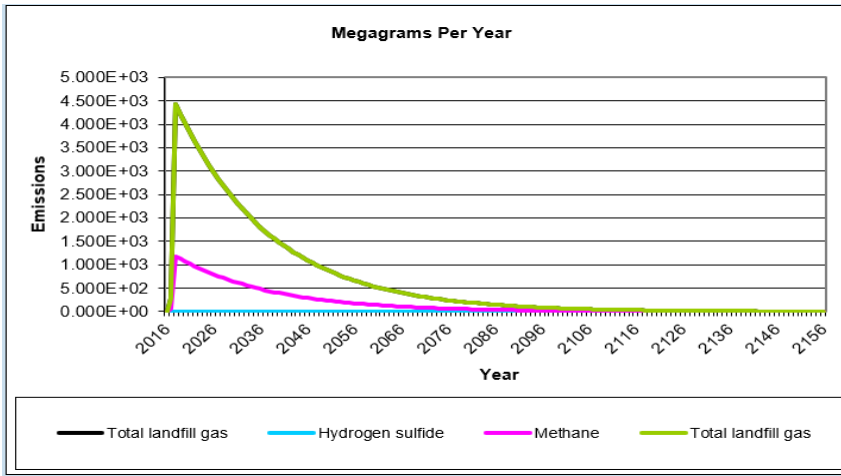
**Pollutant Parameters**

<b>Gas / Pollutant Default Parameters:</b>				<b>User-specified Pollutant Parameters:</b>	
	Compound	Concentration (ppmv)	Molecular Weight	Concentration (ppmv)	Molecular Weight
<b>Gases</b>	Total landfill gas		0.00		
	Methane		16.04		
	Carbon dioxide		44.01		
	NMOC	4,000	86.18		
<b>Pollutants</b>	1,1,1-Trichloroethane (methyl chloroform) - HAP	0.48	133.41		
	1,1,1,2,2-Tetrachloroethane - HAP/VOC	1.1	167.85		
	1,1-Dichloroethane (ethylidene dichloride) - HAP/VOC	2.4	98.97		
	1,1-Dichloroethene (vinylidene chloride) - HAP/VOC	0.20	96.94		
	1,2-Dichloroethane (ethylene dichloride) - HAP/VOC	0.41	98.96		
	1,2-Dichloropropane (propylene dichloride) - HAP/VOC	0.18	112.99		
	2-Propanol (isopropyl alcohol) - VOC	50	60.11		
	Acetone	7.0	58.08		
	Acrylonitrile - HAP/VOC	6.3	53.06		
	Benzene - No or Unknown Co-disposal - HAP/VOC	1.9	78.11		
	Benzene - Co-disposal - HAP/VOC	11	78.11		
	Bromodichloromethane - VOC	3.1	163.83		
	Butane - VOC	5.0	58.12		
	Carbon disulfide - HAP/VOC	0.58	76.13		
	Carbon monoxide	140	28.01		
	Carbon tetrachloride - HAP/VOC	4.0E-03	153.84		
	Carbonyl sulfide - HAP/VOC	0.49	60.07		
	Chlorobenzene - HAP/VOC	0.25	112.56		
	Chlorodifluoromethane	1.3	86.47		
	Chloroethane (ethyl chloride) - HAP/VOC	1.3	64.52		
	Chloroform - HAP/VOC	0.03	119.39		
	Chloromethane - VOC	1.2	50.49		
	Dichlorobenzene - (HAP for para isomer/VOC)	0.21	147		
	Dichlorodifluoromethane	16	120.91		
	Dichlorofluoromethane - VOC	2.6	102.92		
	Dichloromethane (methylene chloride) - HAP	14	84.94		
	Dimethyl sulfide (methyl sulfide) - VOC	7.8	62.13		
	Ethane	890	30.07		
	Ethanol - VOC	27	46.08		





### Graphs



## Results

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2016	0	0	0	0	0	0
2017	7.274E+01	1.090E+05	8.001E+01	1.113E-02	7.850E+00	1.224E-02
2018	1.186E+03	1.777E+06	1.304E+03	1.814E-01	1.280E+02	1.995E-01
2019	1.128E+03	1.690E+06	1.241E+03	1.725E-01	1.217E+02	1.898E-01
2020	1.073E+03	1.608E+06	1.180E+03	1.641E-01	1.158E+02	1.805E-01
2021	1.020E+03	1.530E+06	1.123E+03	1.561E-01	1.101E+02	1.717E-01
2022	9.707E+02	1.455E+06	1.068E+03	1.485E-01	1.048E+02	1.633E-01
2023	9.234E+02	1.384E+06	1.016E+03	1.413E-01	9.965E+01	1.554E-01
2024	8.783E+02	1.317E+06	9.662E+02	1.344E-01	9.479E+01	1.478E-01
2025	8.355E+02	1.252E+06	9.191E+02	1.278E-01	9.017E+01	1.406E-01
2026	7.948E+02	1.191E+06	8.742E+02	1.216E-01	8.577E+01	1.337E-01
2027	7.560E+02	1.133E+06	8.316E+02	1.157E-01	8.159E+01	1.272E-01
2028	7.191E+02	1.078E+06	7.910E+02	1.100E-01	7.761E+01	1.210E-01
2029	6.841E+02	1.025E+06	7.525E+02	1.046E-01	7.382E+01	1.151E-01
2030	6.507E+02	9.753E+05	7.158E+02	9.954E-02	7.022E+01	1.095E-01
2031	6.190E+02	9.278E+05	6.809E+02	9.469E-02	6.680E+01	1.042E-01
2032	5.888E+02	8.825E+05	6.476E+02	9.007E-02	6.354E+01	9.908E-02
2033	5.601E+02	8.395E+05	6.161E+02	8.568E-02	6.044E+01	9.424E-02
2034	5.327E+02	7.985E+05	5.860E+02	8.150E-02	5.749E+01	8.965E-02
2035	5.068E+02	7.596E+05	5.574E+02	7.752E-02	5.469E+01	8.527E-02
2036	4.820E+02	7.225E+05	5.302E+02	7.374E-02	5.202E+01	8.112E-02
2037	4.585E+02	6.873E+05	5.044E+02	7.015E-02	4.949E+01	7.716E-02
2038	4.362E+02	6.538E+05	4.798E+02	6.672E-02	4.707E+01	7.340E-02
2039	4.149E+02	6.219E+05	4.564E+02	6.347E-02	4.478E+01	6.982E-02
2040	3.947E+02	5.916E+05	4.341E+02	6.037E-02	4.259E+01	6.641E-02
2041	3.754E+02	5.627E+05	4.130E+02	5.743E-02	4.052E+01	6.317E-02
2042	3.571E+02	5.353E+05	3.928E+02	5.463E-02	3.854E+01	6.009E-02
2043	3.397E+02	5.092E+05	3.737E+02	5.196E-02	3.666E+01	5.716E-02
2044	3.231E+02	4.843E+05	3.554E+02	4.943E-02	3.487E+01	5.437E-02
2045	3.074E+02	4.607E+05	3.381E+02	4.702E-02	3.317E+01	5.172E-02
2046	2.924E+02	4.382E+05	3.216E+02	4.473E-02	3.155E+01	4.920E-02
2047	2.781E+02	4.169E+05	3.059E+02	4.255E-02	3.001E+01	4.680E-02
2048	2.646E+02	3.965E+05	2.910E+02	4.047E-02	2.855E+01	4.452E-02
2049	2.516E+02	3.772E+05	2.768E+02	3.850E-02	2.716E+01	4.235E-02
2050	2.394E+02	3.588E+05	2.633E+02	3.662E-02	2.583E+01	4.028E-02
2051	2.277E+02	3.413E+05	2.505E+02	3.483E-02	2.457E+01	3.832E-02
2052	2.166E+02	3.247E+05	2.383E+02	3.313E-02	2.338E+01	3.645E-02
2053	2.060E+02	3.088E+05	2.266E+02	3.152E-02	2.224E+01	3.467E-02
2054	1.960E+02	2.938E+05	2.156E+02	2.998E-02	2.115E+01	3.298E-02
2055	1.864E+02	2.794E+05	2.051E+02	2.852E-02	2.012E+01	3.137E-02
2056	1.773E+02	2.658E+05	1.951E+02	2.713E-02	1.914E+01	2.984E-02
2057	1.687E+02	2.528E+05	1.856E+02	2.581E-02	1.820E+01	2.839E-02
2058	1.605E+02	2.405E+05	1.765E+02	2.455E-02	1.732E+01	2.700E-02
2059	1.526E+02	2.288E+05	1.679E+02	2.335E-02	1.647E+01	2.568E-02
2060	1.452E+02	2.176E+05	1.597E+02	2.221E-02	1.567E+01	2.443E-02
2061	1.381E+02	2.070E+05	1.519E+02	2.113E-02	1.490E+01	2.324E-02
2062	1.314E+02	1.969E+05	1.445E+02	2.010E-02	1.418E+01	2.211E-02
2063	1.250E+02	1.873E+05	1.375E+02	1.912E-02	1.349E+01	2.103E-02
2064	1.189E+02	1.782E+05	1.308E+02	1.818E-02	1.283E+01	2.000E-02
2065	1.131E+02	1.695E+05	1.244E+02	1.730E-02	1.220E+01	1.903E-02

**Results (Continued)**

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2066	1.076E+02	1.612E+05	1.183E+02	1.645E-02	1.161E+01	1.810E-02
2067	1.023E+02	1.534E+05	1.125E+02	1.565E-02	1.104E+01	1.722E-02
2068	9.732E+01	1.459E+05	1.071E+02	1.489E-02	1.050E+01	1.638E-02
2069	9.258E+01	1.388E+05	1.018E+02	1.416E-02	9.991E+00	1.558E-02
2070	8.806E+01	1.320E+05	9.687E+01	1.347E-02	9.504E+00	1.482E-02
2071	8.377E+01	1.256E+05	9.214E+01	1.281E-02	9.040E+00	1.410E-02
2072	7.968E+01	1.194E+05	8.765E+01	1.219E-02	8.599E+00	1.341E-02
2073	7.580E+01	1.136E+05	8.337E+01	1.159E-02	8.180E+00	1.275E-02
2074	7.210E+01	1.081E+05	7.931E+01	1.103E-02	7.781E+00	1.213E-02
2075	6.858E+01	1.028E+05	7.544E+01	1.049E-02	7.402E+00	1.154E-02
2076	6.524E+01	9.779E+04	7.176E+01	9.980E-03	7.041E+00	1.098E-02
2077	6.206E+01	9.302E+04	6.826E+01	9.493E-03	6.697E+00	1.044E-02
2078	5.903E+01	8.848E+04	6.493E+01	9.030E-03	6.371E+00	9.933E-03
2079	5.615E+01	8.416E+04	6.177E+01	8.590E-03	6.060E+00	9.449E-03
2080	5.341E+01	8.006E+04	5.875E+01	8.171E-03	5.764E+00	8.988E-03
2081	5.081E+01	7.616E+04	5.589E+01	7.772E-03	5.483E+00	8.550E-03
2082	4.833E+01	7.244E+04	5.316E+01	7.393E-03	5.216E+00	8.133E-03
2083	4.597E+01	6.891E+04	5.057E+01	7.033E-03	4.961E+00	7.736E-03
2084	4.373E+01	6.555E+04	4.810E+01	6.690E-03	4.719E+00	7.359E-03
2085	4.160E+01	6.235E+04	4.576E+01	6.363E-03	4.489E+00	7.000E-03
2086	3.957E+01	5.931E+04	4.353E+01	6.053E-03	4.270E+00	6.658E-03
2087	3.764E+01	5.642E+04	4.140E+01	5.758E-03	4.062E+00	6.334E-03
2088	3.580E+01	5.367E+04	3.938E+01	5.477E-03	3.864E+00	6.025E-03
2089	3.406E+01	5.105E+04	3.746E+01	5.210E-03	3.675E+00	5.731E-03
2090	3.240E+01	4.856E+04	3.564E+01	4.956E-03	3.496E+00	5.451E-03
2091	3.082E+01	4.619E+04	3.390E+01	4.714E-03	3.326E+00	5.186E-03
2092	2.931E+01	4.394E+04	3.224E+01	4.484E-03	3.164E+00	4.933E-03
2093	2.788E+01	4.179E+04	3.067E+01	4.266E-03	3.009E+00	4.692E-03
2094	2.652E+01	3.976E+04	2.918E+01	4.058E-03	2.862E+00	4.463E-03
2095	2.523E+01	3.782E+04	2.775E+01	3.860E-03	2.723E+00	4.246E-03
2096	2.400E+01	3.597E+04	2.640E+01	3.671E-03	2.590E+00	4.039E-03
2097	2.283E+01	3.422E+04	2.511E+01	3.492E-03	2.464E+00	3.842E-03
2098	2.172E+01	3.255E+04	2.389E+01	3.322E-03	2.344E+00	3.654E-03
2099	2.066E+01	3.096E+04	2.272E+01	3.160E-03	2.229E+00	3.476E-03
2100	1.965E+01	2.945E+04	2.161E+01	3.006E-03	2.121E+00	3.306E-03
2101	1.869E+01	2.802E+04	2.056E+01	2.859E-03	2.017E+00	3.145E-03
2102	1.778E+01	2.665E+04	1.956E+01	2.720E-03	1.919E+00	2.992E-03
2103	1.691E+01	2.535E+04	1.860E+01	2.587E-03	1.825E+00	2.846E-03
2104	1.609E+01	2.411E+04	1.770E+01	2.461E-03	1.736E+00	2.707E-03
2105	1.530E+01	2.294E+04	1.683E+01	2.341E-03	1.652E+00	2.575E-03
2106	1.456E+01	2.182E+04	1.601E+01	2.227E-03	1.571E+00	2.449E-03
2107	1.385E+01	2.075E+04	1.523E+01	2.118E-03	1.494E+00	2.330E-03
2108	1.317E+01	1.974E+04	1.449E+01	2.015E-03	1.421E+00	2.216E-03
2109	1.253E+01	1.878E+04	1.378E+01	1.917E-03	1.352E+00	2.108E-03
2110	1.192E+01	1.786E+04	1.311E+01	1.823E-03	1.286E+00	2.005E-03
2111	1.134E+01	1.699E+04	1.247E+01	1.734E-03	1.223E+00	1.908E-03
2112	1.078E+01	1.616E+04	1.186E+01	1.650E-03	1.164E+00	1.815E-03
2113	1.026E+01	1.538E+04	1.128E+01	1.569E-03	1.107E+00	1.726E-03
2114	9.757E+00	1.463E+04	1.073E+01	1.493E-03	1.053E+00	1.642E-03
2115	9.282E+00	1.391E+04	1.021E+01	1.420E-03	1.002E+00	1.562E-03
2116	8.829E+00	1.323E+04	9.712E+00	1.351E-03	9.528E-01	1.486E-03

**Results (Continued)**

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2117	8.398E+00	1.259E+04	9.238E+00	1.285E-03	9.064E-01	1.413E-03
2118	7.989E+00	1.197E+04	8.788E+00	1.222E-03	8.622E-01	1.344E-03
2119	7.599E+00	1.139E+04	8.359E+00	1.162E-03	8.201E-01	1.279E-03
2120	7.229E+00	1.083E+04	7.951E+00	1.106E-03	7.801E-01	1.216E-03
2121	6.876E+00	1.031E+04	7.564E+00	1.052E-03	7.421E-01	1.157E-03
2122	6.541E+00	9.804E+03	7.195E+00	1.001E-03	7.059E-01	1.101E-03
2123	6.222E+00	9.326E+03	6.844E+00	9.518E-04	6.715E-01	1.047E-03
2124	5.918E+00	8.871E+03	6.510E+00	9.054E-04	6.387E-01	9.959E-04
2125	5.630E+00	8.438E+03	6.193E+00	8.612E-04	6.076E-01	9.473E-04
2126	5.355E+00	8.027E+03	5.891E+00	8.192E-04	5.779E-01	9.011E-04
2127	5.094E+00	7.635E+03	5.603E+00	7.792E-04	5.497E-01	8.572E-04
2128	4.845E+00	7.263E+03	5.330E+00	7.412E-04	5.229E-01	8.154E-04
2129	4.609E+00	6.909E+03	5.070E+00	7.051E-04	4.974E-01	7.756E-04
2130	4.384E+00	6.572E+03	4.823E+00	6.707E-04	4.732E-01	7.378E-04
2131	4.170E+00	6.251E+03	4.588E+00	6.380E-04	4.501E-01	7.018E-04
2132	3.967E+00	5.946E+03	4.364E+00	6.069E-04	4.281E-01	6.676E-04
2133	3.774E+00	5.656E+03	4.151E+00	5.773E-04	4.073E-01	6.350E-04
2134	3.590E+00	5.380E+03	3.949E+00	5.491E-04	3.874E-01	6.040E-04
2135	3.415E+00	5.118E+03	3.756E+00	5.223E-04	3.685E-01	5.746E-04
2136	3.248E+00	4.868E+03	3.573E+00	4.969E-04	3.505E-01	5.466E-04
2137	3.090E+00	4.631E+03	3.399E+00	4.726E-04	3.334E-01	5.199E-04
2138	2.939E+00	4.405E+03	3.233E+00	4.496E-04	3.172E-01	4.945E-04
2139	2.796E+00	4.190E+03	3.075E+00	4.277E-04	3.017E-01	4.704E-04
2140	2.659E+00	3.986E+03	2.925E+00	4.068E-04	2.870E-01	4.475E-04
2141	2.530E+00	3.792E+03	2.782E+00	3.870E-04	2.730E-01	4.257E-04
2142	2.406E+00	3.607E+03	2.647E+00	3.681E-04	2.597E-01	4.049E-04
2143	2.289E+00	3.431E+03	2.518E+00	3.501E-04	2.470E-01	3.852E-04
2144	2.177E+00	3.263E+03	2.395E+00	3.331E-04	2.350E-01	3.664E-04
2145	2.071E+00	3.104E+03	2.278E+00	3.168E-04	2.235E-01	3.485E-04
2146	1.970E+00	2.953E+03	2.167E+00	3.014E-04	2.126E-01	3.315E-04
2147	1.874E+00	2.809E+03	2.061E+00	2.867E-04	2.022E-01	3.153E-04
2148	1.783E+00	2.672E+03	1.961E+00	2.727E-04	1.924E-01	3.000E-04
2149	1.696E+00	2.542E+03	1.865E+00	2.594E-04	1.830E-01	2.853E-04
2150	1.613E+00	2.418E+03	1.774E+00	2.467E-04	1.741E-01	2.714E-04
2151	1.534E+00	2.300E+03	1.688E+00	2.347E-04	1.656E-01	2.582E-04
2152	1.459E+00	2.188E+03	1.605E+00	2.233E-04	1.575E-01	2.456E-04
2153	1.388E+00	2.081E+03	1.527E+00	2.124E-04	1.498E-01	2.336E-04
2154	1.321E+00	1.979E+03	1.453E+00	2.020E-04	1.425E-01	2.222E-04
2155	1.256E+00	1.883E+03	1.382E+00	1.922E-04	1.356E-01	2.114E-04
2156	1.195E+00	1.791E+03	1.314E+00	1.828E-04	1.290E-01	2.011E-04

RESULTS

Landfill Name or Identifier: Landfill Hole No-1

Closure Year (with 80-year limit) = 2017  
 Methane = 50 % by volume  
 Please choose a third unit of measure to represent all of the emission rates below.  
 User-specified Unit: short tons/year

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place		Methane			Hydrogen sulfide			Carbon monoxide			Hexane - HAP/VOC		
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2016	13,118	14,430	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	201,336	221,470	13,118	14,430	7,274E+01	1.090E+05	8,001E+01	1,113E-02	7,850E+00	1,224E-02	3,557E-02	3,053E+01	3,912E-02	5,159E-03	1,439E+00	5,675E-03
2018	0	0	214,454	235,899	1,186E+03	1,777E+06	1,304E+03	1,814E-01	1,280E+02	1,985E-01	5,797E-01	4,976E+02	6,377E-01	8,408E-02	2,346E+01	9,250E-02
2019	0	0	214,454	235,899	1,128E+03	1,680E+06	1,241E+03	1,725E-01	1,277E+02	1,888E-01	5,514E-01	4,733E+02	6,066E-01	7,999E-02	2,231E+01	8,798E-02
2020	0	0	214,454	235,899	1,073E+03	1,608E+06	1,180E+03	1,641E-01	1,158E+02	1,805E-01	5,248E-01	4,503E+02	5,770E-01	7,608E-02	2,123E+01	8,369E-02
2021	0	0	214,454	235,899	1,020E+03	1,530E+06	1,123E+03	1,561E-01	1,101E+02	1,717E-01	4,990E-01	4,283E+02	5,489E-01	7,237E-02	2,019E+01	7,961E-02
2022	0	0	214,454	235,899	9,707E+02	1,455E+06	1,068E+03	1,485E-01	1,048E+02	1,633E-01	4,746E-01	4,074E+02	5,221E-01	6,884E-02	1,921E+01	7,573E-02
2023	0	0	214,454	235,899	9,234E+02	1,384E+06	1,016E+03	1,413E-01	9,965E+01	1,554E-01	4,515E-01	3,875E+02	4,966E-01	6,549E-02	1,827E+01	7,204E-02
2024	0	0	214,454	235,899	8,763E+02	1,317E+06	9,662E+02	1,344E-01	9,479E+01	1,478E-01	4,295E-01	3,686E+02	4,724E-01	6,229E-02	1,738E+01	6,852E-02
2025	0	0	214,454	235,899	8,355E+02	1,252E+06	9,191E+02	1,278E-01	9,017E+01	1,406E-01	4,085E-01	3,507E+02	4,494E-01	5,925E-02	1,653E+01	6,518E-02
2026	0	0	214,454	235,899	7,948E+02	1,191E+06	8,742E+02	1,216E-01	8,577E+01	1,337E-01	3,886E-01	3,336E+02	4,275E-01	5,636E-02	1,572E+01	6,200E-02
2027	0	0	214,454	235,899	7,560E+02	1,133E+06	8,316E+02	1,157E-01	8,159E+01	1,272E-01	3,696E-01	3,173E+02	4,066E-01	5,362E-02	1,486E+01	5,898E-02
2028	0	0	214,454	235,899	7,191E+02	1,078E+06	7,910E+02	1,100E-01	7,761E+01	1,210E-01	3,518E-01	3,018E+02	3,868E-01	5,100E-02	1,423E+01	5,610E-02
2029	0	0	214,454	235,899	6,841E+02	1,025E+06	7,525E+02	1,046E-01	7,382E+01	1,151E-01	3,345E-01	2,871E+02	3,679E-01	4,851E-02	1,353E+01	5,337E-02
2030	0	0	214,454	235,899	6,507E+02	9,753E+05	7,158E+02	9,954E-02	7,022E+01	1,095E-01	3,182E-01	2,731E+02	3,500E-01	4,615E-02	1,287E+01	5,076E-02
2031	0	0	214,454	235,899	6,190E+02	9,278E+05	6,809E+02	9,489E-02	6,680E+01	1,042E-01	3,026E-01	2,598E+02	3,329E-01	4,390E-02	1,225E+01	4,829E-02
2032	0	0	214,454	235,899	5,888E+02	8,825E+05	6,476E+02	9,007E-02	6,354E+01	9,908E-02	2,879E-01	2,471E+02	3,167E-01	4,176E-02	1,165E+01	4,593E-02
2033	0	0	214,454	235,899	5,601E+02	8,395E+05	6,161E+02	8,568E-02	6,044E+01	9,424E-02	2,738E-01	2,351E+02	3,012E-01	3,972E-02	1,108E+01	4,369E-02
2034	0	0	214,454	235,899	5,327E+02	7,985E+05	5,860E+02	8,150E-02	5,749E+01	8,965E-02	2,605E-01	2,236E+02	2,865E-01	3,778E-02	1,054E+01	4,156E-02
2035	0	0	214,454	235,899	5,068E+02	7,596E+05	5,574E+02	7,752E-02	5,469E+01	8,527E-02	2,478E-01	2,127E+02	2,726E-01	3,594E-02	1,003E+01	3,953E-02
2036	0	0	214,454	235,899	4,820E+02	7,225E+05	5,302E+02	7,374E-02	5,202E+01	8,112E-02	2,357E-01	2,023E+02	2,593E-01	3,419E-02	9,538E+00	3,761E-02
2037	0	0	214,454	235,899	4,585E+02	6,873E+05	5,044E+02	7,015E-02	4,949E+01	7,716E-02	2,242E-01	1,924E+02	2,466E-01	3,252E-02	9,072E+00	3,577E-02
2038	0	0	214,454	235,899	4,362E+02	6,538E+05	4,798E+02	6,672E-02	4,707E+01	7,340E-02	2,133E-01	1,831E+02	2,346E-01	3,093E-02	8,630E+00	3,403E-02
2039	0	0	214,454	235,899	4,149E+02	6,219E+05	4,564E+02	6,347E-02	4,478E+01	6,982E-02	2,029E-01	1,741E+02	2,232E-01	2,943E-02	8,209E+00	3,237E-02
2040	0	0	214,454	235,899	3,947E+02	5,916E+05	4,341E+02	6,037E-02	4,259E+01	6,609E-02	1,930E-01	1,656E+02	2,123E-01	2,799E-02	7,809E+00	3,079E-02
2041	0	0	214,454	235,899	3,754E+02	5,627E+05	4,130E+02	5,743E-02	4,052E+01	6,317E-02	1,836E-01	1,576E+02	2,019E-01	2,662E-02	7,428E+00	2,929E-02
2042	0	0	214,454	235,899	3,571E+02	5,353E+05	3,928E+02	5,463E-02	3,854E+01	6,009E-02	1,746E-01	1,499E+02	1,921E-01	2,533E-02	7,066E+00	2,786E-02
2043	0	0	214,454	235,899	3,397E+02	5,092E+05	3,737E+02	5,196E-02	3,666E+01	5,716E-02	1,661E-01	1,426E+02	1,827E-01	2,409E-02	6,721E+00	2,650E-02
2044	0	0	214,454	235,899	3,231E+02	4,843E+05	3,554E+02	4,943E-02	3,487E+01	5,437E-02	1,580E-01	1,356E+02	1,738E-01	2,292E-02	6,393E+00	2,521E-02
2045	0	0	214,454	235,899	3,074E+02	4,607E+05	3,381E+02	4,702E-02	3,317E+01	5,172E-02	1,503E-01	1,290E+02	1,653E-01	2,180E-02	6,081E+00	2,398E-02
2046	0	0	214,454	235,899	2,924E+02	4,382E+05	3,216E+02	4,473E-02	3,155E+01	4,920E-02	1,430E-01	1,227E+02	1,573E-01	2,070E-02	5,785E+00	2,281E-02
2047	0	0	214,454	235,899	2,781E+02	4,169E+05	3,059E+02	4,255E-02	3,001E+01	4,680E-02	1,360E-01	1,167E+02	1,496E-01	1,972E-02	5,503E+00	2,170E-02
2048	0	0	214,454	235,899	2,646E+02	3,965E+05	2,910E+02	4,047E-02	2,855E+01	4,452E-02	1,294E-01	1,110E+02	1,423E-01	1,876E-02	5,234E+00	2,064E-02
2049	0	0	214,454	235,899	2,516E+02	3,772E+05	2,768E+02	3,850E-02	2,716E+01	4,235E-02	1,230E-01	1,056E+02	1,353E-01	1,785E-02	4,979E+00	1,963E-02
2050	0	0	214,454	235,899	2,394E+02	3,588E+05	2,633E+02	3,662E-02	2,583E+01	4,028E-02	1,170E-01	1,005E+02	1,287E-01	1,698E-02	4,736E+00	1,876E-02
2051	0	0	214,454	235,899	2,277E+02	3,413E+05	2,505E+02	3,483E-02	2,457E+01	3,832E-02	1,113E-01	9,557E+01	1,225E-01	1,615E-02	4,505E+00	1,776E-02
2052	0	0	214,454	235,899	2,166E+02	3,247E+05	2,383E+02	3,313E-02	2,338E+01	3,645E-02	1,059E-01	9,090E+01	1,165E-01	1,536E-02	4,286E+00	1,690E-02
2053	0	0	214,454	235,899	2,060E+02	3,088E+05	2,266E+02	3,152E-02	2,224E+01	3,467E-02	1,007E-01	8,647E+01	1,108E-01	1,461E-02	4,076E+00	1,607E-02
2054	0	0	214,454	235,899	1,960E+02	2,938E+05	2,156E+02	2,998E-02	2,115E+01	3,298E-02	9,583E-02	8,225E+01	1,054E-01	1,390E-02	3,878E+00	1,529E-02
2055	0	0	214,454	235,899	1,864E+02	2,794E+05	2,051E+02	2,852E-02	2,012E+01	3,137E-02	9,115E-02	7,824E+01	1,003E-01	1,322E-02	3,689E+00	1,454E-02
2056	0	0	214,454	235,899	1,773E+02	2,658E+05	1,951E+02	2,713E-02	1,914E+01	2,984E-02	8,671E-02	7,443E+01	9,538E-02	1,258E-02	3,509E+00	1,383E-02
2057	0	0	214,454	235,899	1,687E+02	2,528E+05	1,856E+02	2,581E-02	1,820E+01	2,839E-02	8,248E-02	7,080E+01	9,073E-02	1,196E-02	3,338E+00	1,316E-02
2058	0	0	214,454	235,899	1,605E+02	2,405E+05	1,765E+02	2,455E-02	1,732E+01	2,700E-02	7,846E-02	6,734E+01	8,630E-02	1,138E-02	3,175E+00	1,252E-02
2059	0	0	214,454	235,899	1,526E+02	2,288E+05	1,679E+02	2,335E-02	1,647E+01	2,568E-02	7,463E-02	6,406E+01	8,209E-02	1,082E-02	3,020E+00	1,191E-02
2060	0	0	214,454	235,899	1,452E+02	2,176E+05	1,597E+02	2,221E-02	1,567E+01	2,443E-02	7,099E-02	6,094E+01	7,809E-02	1,030E-02	2,873E+00	1,133E-02
2061	0	0	214,454	235,899	1,381E+02	2,070E+05	1,519E+02	2,113E-02	1,490E+01	2,324E-02	6,753E-02	5,796E+01	7,428E-02	9,795E-03	2,733E+00	1,077E-02
2062	0	0	214,454	235,899	1,314E+02	1,969E+05	1,445E+02	2,010E-02	1,418E+01	2,211E-02	6,423E-02	5,514E+01	7,066E-02	9,317E-03	2,599E+00	1,025E-02
2063	0	0	214,454	235,899	1,250E+02	1,873E+05	1,375E+02	1,912E-02	1,349E+01	2,103E-02	6,110E-02	5,245E+01	6,721E-02	8,863E-03	2,473E+00	9,749E-03
2064	0	0	214,454	235,899	1,189E+02	1,782E+05	1,308E+02	1,818E-02	1,283E+01	2,000E-02	5,812E-02	4,989E+01	6,393E-02	8,430E-03	2,352E+00	9,273E-03
2065	0	0	214,454	235,899	1,131E+02	1,695E+05	1,244E+02	1,730E-02	1,220E+01	1,903E-02	5,529E-02	4,746E+01	6,082E-02	8,019E-03	2,237E+00	8,821E-03
2066	0	0	214,454	235,899	1,076E+02	1,612E+05	1,183E+02	1,645E-02	1,161E+01	1,810E-02	5,259E-02	4,514E+01	5,785E-02	7,628E-03	2,128E+00	8,391E-03
2067	0	0	214,454	235,899	1,023E+02	1,534E+05	1,125E+02	1,565E-02	1,104E+01	1,722E-02	5,003E-02	4,294E+01	5,503E-02	7,256E-03	2,024E+00	7,982E-03
2068	0	0	214,454	235,899	9,732E+01	1,459E+05	1,071E+02	1,489E-02	1,050E+01	1,638E-02	4,759E-02	4,085E+01	5,234E-02	6,902E-03	1,926E+00	7,592E-03
2069	0	0	214,454	235,899	9,258E+01	1,388E+05	1,018E+02	1,416E-02	9,991E+00	1,558E-02	4,572E-02	3,885E+01	4,979E-02	6,566E-03	1,832E+00	7,222E-03
2070	0	0	214,454	235,899	8,806E+01	1,320E+05	9,687E+01	1,347E-02	9,504E+00							

RESULTS

Landfill Name or Identifier: Landfill Hole No-1

Closure Year (with 80-year limit) = 2017  
 Methane = 50 % by volume  
 Please choose a third unit of measure to represent all of the emission rates below.  
 User-specified Unit: short tons/year

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place		Methane			Hydrogen sulfide			Carbon monoxide			Hexane - HAP/VOC		
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2032	0	0	214,454	235,899	2.931E+01	4.394E+04	3.224E+01	4.494E-03	3.184E+00	4.833E-03	1.433E-02	1.230E+01	1.577E-02	2.079E-03	5.800E-01	2.287E-03
2033	0	0	214,454	235,899	2.788E+01	4.179E+04	3.076E+01	4.266E-03	3.009E+00	4.692E-03	1.363E-02	1.170E+01	1.478E-02	1.500E-02	5.517E-01	2.175E-03
2034	0	0	214,454	235,899	2.652E+01	3.976E+04	2.918E+01	4.058E-03	2.862E+00	4.463E-03	1.297E-02	1.113E+01	1.427E-02	1.381E-03	5.248E-01	2.069E-03
2035	0	0	214,454	235,899	2.523E+01	3.782E+04	2.775E+01	3.860E-03	2.723E+00	4.248E-03	1.234E-02	1.059E+01	1.357E-02	1.289E-03	4.932E-01	1.968E-03
2036	0	0	214,454	235,899	2.400E+01	3.597E+04	2.640E+01	3.671E-03	2.590E+00	4.039E-03	1.173E-02	1.007E+01	1.291E-02	1.202E-03	4.748E-01	1.872E-03
2037	0	0	214,454	235,899	2.283E+01	3.422E+04	2.511E+01	3.492E-03	2.464E+00	3.842E-03	1.116E-02	9.581E+00	1.228E-02	1.161E-03	4.517E-01	1.781E-03
2038	0	0	214,454	235,899	2.172E+01	3.255E+04	2.389E+01	3.322E-03	2.344E+00	3.654E-03	1.062E-02	9.114E+00	1.168E-02	1.146E-03	4.297E-01	1.694E-03
2039	0	0	214,454	235,899	2.066E+01	3.096E+04	2.272E+01	3.160E-03	2.229E+00	3.476E-03	1.010E-02	8.669E+00	1.111E-02	1.116E-03	4.087E-01	1.611E-03
2100	0	0	214,454	235,899	1.965E+01	2.946E+04	2.161E+01	3.006E-03	2.121E+00	3.306E-03	9.607E-03	8.247E+00	1.057E-02	1.394E-03	3.888E-01	1.533E-03
2101	0	0	214,454	235,899	1.869E+01	2.802E+04	2.056E+01	2.859E-03	2.017E+00	3.145E-03	9.139E-03	7.844E+00	1.005E-02	1.326E-03	3.698E-01	1.458E-03
2102	0	0	214,454	235,899	1.778E+01	2.665E+04	1.956E+01	2.720E-03	1.919E+00	2.992E-03	8.693E-03	7.462E+00	9.563E-03	1.261E-03	3.518E-01	1.387E-03
2103	0	0	214,454	235,899	1.691E+01	2.535E+04	1.860E+01	2.587E-03	1.825E+00	2.846E-03	8.269E-03	7.098E+00	9.096E-03	1.199E-03	3.346E-01	1.319E-03
2104	0	0	214,454	235,899	1.609E+01	2.411E+04	1.770E+01	2.461E-03	1.738E+00	2.707E-03	7.866E-03	6.752E+00	8.653E-03	1.141E-03	3.183E-01	1.255E-03
2105	0	0	214,454	235,899	1.530E+01	2.294E+04	1.683E+01	2.341E-03	1.652E+00	2.575E-03	7.482E-03	6.423E+00	8.231E-03	1.085E-03	3.028E-01	1.194E-03
2106	0	0	214,454	235,899	1.456E+01	2.182E+04	1.601E+01	2.227E-03	1.571E+00	2.449E-03	7.117E-03	6.109E+00	7.829E-03	1.032E-03	2.880E-01	1.138E-03
2107	0	0	214,454	235,899	1.385E+01	2.075E+04	1.523E+01	2.118E-03	1.494E+00	2.330E-03	6.770E-03	5.811E+00	7.447E-03	9.820E-04	2.740E-01	1.080E-03
2108	0	0	214,454	235,899	1.317E+01	1.974E+04	1.449E+01	2.015E-03	1.421E+00	2.216E-03	6.440E-03	5.528E+00	7.084E-03	9.341E-04	2.606E-01	1.029E-03
2109	0	0	214,454	235,899	1.253E+01	1.878E+04	1.378E+01	1.917E-03	1.352E+00	2.108E-03	6.126E-03	5.258E+00	6.739E-03	8.866E-04	2.479E-01	9.774E-04
2110	0	0	214,454	235,899	1.192E+01	1.786E+04	1.311E+01	1.823E-03	1.286E+00	2.005E-03	5.827E-03	5.002E+00	6.410E-03	8.452E-04	2.358E-01	9.297E-04
2111	0	0	214,454	235,899	1.134E+01	1.699E+04	1.247E+01	1.734E-03	1.223E+00	1.908E-03	5.543E-03	4.758E+00	6.097E-03	8.040E-04	2.234E-01	8.844E-04
2112	0	0	214,454	235,899	1.078E+01	1.616E+04	1.186E+01	1.650E-03	1.164E+00	1.815E-03	5.273E-03	4.526E+00	5.800E-03	7.649E-04	2.134E-01	8.413E-04
2113	0	0	214,454	235,899	1.026E+01	1.538E+04	1.128E+01	1.569E-03	1.107E+00	1.726E-03	5.016E-03	4.305E+00	5.517E-03	7.275E-04	2.030E-01	8.002E-04
2114	0	0	214,454	235,899	9.757E+00	1.463E+04	1.073E+01	1.493E-03	1.053E+00	1.642E-03	4.771E-03	4.095E+00	5.248E-03	6.920E-04	1.931E-01	7.612E-04
2115	0	0	214,454	235,899	9.282E+00	1.391E+04	1.021E+01	1.420E-03	1.002E+00	1.562E-03	4.538E-03	3.895E+00	4.992E-03	6.583E-04	1.836E-01	7.241E-04
2116	0	0	214,454	235,899	8.829E+00	1.323E+04	9.712E+00	1.351E-03	9.528E-01	1.486E-03	4.317E-03	3.705E+00	4.749E-03	6.262E-04	1.747E-01	6.888E-04
2117	0	0	214,454	235,899	8.398E+00	1.259E+04	9.238E+00	1.285E-03	9.064E-01	1.413E-03	4.106E-03	3.525E+00	4.517E-03	5.966E-04	1.662E-01	6.552E-04
2118	0	0	214,454	235,899	7.989E+00	1.197E+04	8.788E+00	1.222E-03	8.622E-01	1.344E-03	3.906E-03	3.353E+00	4.297E-03	5.666E-04	1.581E-01	6.232E-04
2119	0	0	214,454	235,899	7.598E+00	1.139E+04	8.359E+00	1.162E-03	8.201E-01	1.279E-03	3.716E-03	3.189E+00	4.087E-03	5.389E-04	1.504E-01	5.928E-04
2120	0	0	214,454	235,899	7.229E+00	1.083E+04	7.951E+00	1.106E-03	7.801E-01	1.216E-03	3.534E-03	3.034E+00	3.888E-03	5.127E-04	1.430E-01	5.639E-04
2121	0	0	214,454	235,899	6.876E+00	1.031E+04	7.564E+00	1.052E-03	7.421E-01	1.157E-03	3.362E-03	2.886E+00	3.698E-03	4.877E-04	1.360E-01	5.364E-04
2122	0	0	214,454	235,899	6.541E+00	9.804E+03	7.195E+00	1.001E-03	7.059E-01	1.101E-03	3.198E-03	2.745E+00	3.518E-03	4.639E-04	1.294E-01	5.103E-04
2123	0	0	214,454	235,899	6.222E+00	9.326E+03	6.844E+00	9.518E-04	6.715E-01	1.047E-03	3.042E-03	2.611E+00	3.346E-03	4.412E-04	1.231E-01	4.854E-04
2124	0	0	214,454	235,899	5.918E+00	8.871E+03	6.510E+00	9.054E-04	6.387E-01	9.897E-04	2.894E-03	2.484E+00	3.183E-03	4.197E-04	1.171E-01	4.617E-04
2125	0	0	214,454	235,899	5.630E+00	8.438E+03	6.193E+00	8.612E-04	6.076E-01	9.473E-04	2.753E-03	2.363E+00	3.028E-03	3.993E-04	1.114E-01	4.392E-04
2126	0	0	214,454	235,899	5.355E+00	8.027E+03	5.891E+00	8.192E-04	5.779E-01	9.011E-04	2.618E-03	2.247E+00	2.880E-03	3.798E-04	1.060E-01	4.178E-04
2127	0	0	214,454	235,899	5.094E+00	7.635E+03	5.603E+00	7.792E-04	5.497E-01	8.572E-04	2.491E-03	2.138E+00	2.740E-03	3.613E-04	1.008E-01	3.974E-04
2128	0	0	214,454	235,899	4.845E+00	7.263E+03	5.330E+00	7.412E-04	5.229E-01	8.154E-04	2.369E-03	2.034E+00	2.606E-03	3.436E-04	9.587E-02	3.780E-04
2129	0	0	214,454	235,899	4.609E+00	6.909E+03	5.070E+00	7.051E-04	4.974E-01	7.756E-04	2.254E-03	1.934E+00	2.479E-03	3.269E-04	9.119E-02	3.596E-04
2130	0	0	214,454	235,899	4.384E+00	6.572E+03	4.823E+00	6.707E-04	4.732E-01	7.378E-04	2.144E-03	1.840E+00	2.358E-03	3.109E-04	8.675E-02	3.420E-04
2131	0	0	214,454	235,899	4.170E+00	6.251E+03	4.588E+00	6.380E-04	4.501E-01	7.018E-04	2.039E-03	1.750E+00	2.243E-03	2.958E-04	8.252E-02	3.254E-04
2132	0	0	214,454	235,899	3.967E+00	5.946E+03	4.364E+00	6.069E-04	4.281E-01	6.676E-04	1.940E-03	1.665E+00	2.134E-03	2.814E-04	7.849E-02	3.095E-04
2133	0	0	214,454	235,899	3.774E+00	5.656E+03	4.151E+00	5.773E-04	4.073E-01	6.350E-04	1.845E-03	1.584E+00	2.030E-03	2.676E-04	7.466E-02	2.944E-04
2134	0	0	214,454	235,899	3.590E+00	5.380E+03	3.949E+00	5.491E-04	3.874E-01	6.040E-04	1.755E-03	1.507E+00	1.931E-03	2.546E-04	7.102E-02	2.800E-04
2135	0	0	214,454	235,899	3.415E+00	5.118E+03	3.756E+00	5.223E-04	3.685E-01	5.746E-04	1.670E-03	1.433E+00	1.836E-03	2.422E-04	6.756E-02	2.664E-04
2136	0	0	214,454	235,899	3.248E+00	4.868E+03	3.573E+00	4.969E-04	3.505E-01	5.466E-04	1.588E-03	1.363E+00	1.747E-03	2.304E-04	6.426E-02	2.534E-04
2137	0	0	214,454	235,899	3.090E+00	4.631E+03	3.399E+00	4.726E-04	3.334E-01	5.199E-04	1.511E-03	1.297E+00	1.662E-03	2.191E-04	6.113E-02	2.410E-04
2138	0	0	214,454	235,899	2.939E+00	4.405E+03	3.233E+00	4.496E-04	3.172E-01	4.945E-04	1.437E-03	1.233E+00	1.581E-03	2.084E-04	5.815E-02	2.293E-04
2139	0	0	214,454	235,899	2.796E+00	4.190E+03	3.075E+00	4.277E-04	3.017E-01	4.704E-04	1.367E-03	1.173E+00	1.504E-03	1.983E-04	5.531E-02	2.181E-04
2140	0	0	214,454	235,899	2.659E+00	3.986E+03	2.925E+00	4.068E-04	2.870E-01	4.475E-04	1.300E-03	1.116E+00	1.430E-03	1.886E-04	5.261E-02	2.075E-04
2141	0	0	214,454	235,899	2.530E+00	3.792E+03	2.782E+00	3.870E-04	2.730E-01	4.257E-04	1.237E-03	1.062E+00	1.361E-03	1.794E-04	5.005E-02	1.973E-04
2142	0	0	214,454	235,899	2.406E+00	3.607E+03	2.647E+00	3.681E-04	2.597E-01	4.049E-04	1.176E-03	1.010E+00	1.294E-03	1.706E-04	4.761E-02	1.877E-04
2143	0	0	214,454	235,899	2.289E+00	3.431E+03	2.518E+00	3.501E-04	2.470E-01	3.852E-04	1.119E-03	9.606E-01	1.231E-03	1.623E-04	4.529E-02	1.786E-04
2144	0	0	214,454	235,899	2.177E+00	3.263E+03	2.395E+00	3.331E-04	2.350E-01	3.664E-04	1.065E-03	9.138E-01	1.171E-03	1.544E-04	4.308E-02	1.698E-04
2145	0	0	214,454	235,899	2.071E+00	3.104E+03	2.278E+00	3.168E-04	2.235E-01	3.485E-04	1.013E-03	8.692E-01	1.114E-03	1.469E-04	4.098E-02	1.616E-04
2146	0	0	214,45													









## Summary Report

**Landfill Name or Identifier:** Landfill Hole No-2

**Date:** May 4, 2023

### Description/Comments:

#### About LandGEM:

First-Order Decomposition Rate Equation:

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 kL_o \left( \frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{ij}}$$

Where,

$Q_{CH_4}$  = annual methane generation in the year of the calculation ( $m^3/year$ )

$i$  = 1-year time increment

$n$  = (year of the calculation) - (initial year of waste acceptance)

$j$  = 0.1-year time increment

$k$  = methane generation rate ( $year^{-1}$ )

$L_o$  = potential methane generation capacity ( $m^3/Mg$ )

$M_i$  = mass of waste accepted in the  $i^{th}$  year ( $Mg$ )

$t_{ij}$  = age of the  $j^{th}$  section of waste mass  $M_i$  accepted in the  $i^{th}$  year (decimal years, e.g., 3.2 years)

LandGEM is based on a first-order decomposition rate equation for quantifying emissions from the decomposition of landfilled waste in municipal solid waste (MSW) landfills. The software provides a relatively simple approach to estimating landfill gas emissions. Model defaults are based on empirical data from U.S. landfills. Field test data can also be used in place of model defaults when available. Further guidance on EPA test methods, Clean Air Act (CAA) regulations, and other guidance regarding landfill gas emissions and control technology requirements can be found at <http://www.epa.gov/ttnatw01/landfill/landflpg.html>.

LandGEM is considered a screening tool — the better the input data, the better the estimates. Often, there are limitations with the available data regarding waste quantity and composition, variation in design and operating practices over time, and changes occurring over time that impact the emissions potential. Changes to landfill operation, such as operating under wet conditions through leachate recirculation or other liquid additions, will result in generating more gas at a faster rate. Defaults for estimating emissions for this type of operation are being developed to include in LandGEM along with defaults for conventional landfills (no leachate or liquid additions) for developing emission inventories and determining CAA applicability. Refer to the Web site identified above for future updates.

**Input Review**

LANDFILL CHARACTERISTICS

Landfill Open Year **2018**  
 Landfill Closure Year (with 80-year limit) **2018**  
 Actual Closure Year (without limit) **2018**  
 Have Model Calculate Closure Year? **No**  
 Waste Design Capacity *megagrams*

MODEL PARAMETERS

Methane Generation Rate, k **0.050** *year<sup>-1</sup>*  
 Potential Methane Generation Capacity, L<sub>0</sub> **170** *m<sup>3</sup>/Mg*  
 NMOC Concentration **600** *ppmv as hexane*  
 Methane Content **50** *% by volume*

GASES / POLLUTANTS SELECTED

Gas / Pollutant #1: **Methane**  
 Gas / Pollutant #2: **Hydrogen sulfide**  
 Gas / Pollutant #3: **Carbon monoxide**  
 Gas / Pollutant #4: **Hexane - HAP/VOC**

WASTE ACCEPTANCE RATES

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2018	234,543	257,997	0	0
2019	0	0	234,543	257,997
2020	0	0	234,543	257,997
2021	0	0	234,543	257,997
2022	0	0	234,543	257,997
2023	0	0	234,543	257,997
2024	0	0	234,543	257,997
2025	0	0	234,543	257,997
2026	0	0	234,543	257,997
2027	0	0	234,543	257,997
2028	0	0	234,543	257,997
2029	0	0	234,543	257,997
2030	0	0	234,543	257,997
2031	0	0	234,543	257,997
2032	0	0	234,543	257,997
2033	0	0	234,543	257,997
2034	0	0	234,543	257,997
2035	0	0	234,543	257,997
2036	0	0	234,543	257,997
2037	0	0	234,543	257,997
2038	0	0	234,543	257,997
2039	0	0	234,543	257,997
2040	0	0	234,543	257,997
2041	0	0	234,543	257,997
2042	0	0	234,543	257,997
2043	0	0	234,543	257,997
2044	0	0	234,543	257,997
2045	0	0	234,543	257,997
2046	0	0	234,543	257,997
2047	0	0	234,543	257,997
2048	0	0	234,543	257,997
2049	0	0	234,543	257,997
2050	0	0	234,543	257,997
2051	0	0	234,543	257,997
2052	0	0	234,543	257,997
2053	0	0	234,543	257,997
2054	0	0	234,543	257,997
2055	0	0	234,543	257,997
2056	0	0	234,543	257,997
2057	0	0	234,543	257,997

## WASTE ACCEPTANCE RATES (Continued)

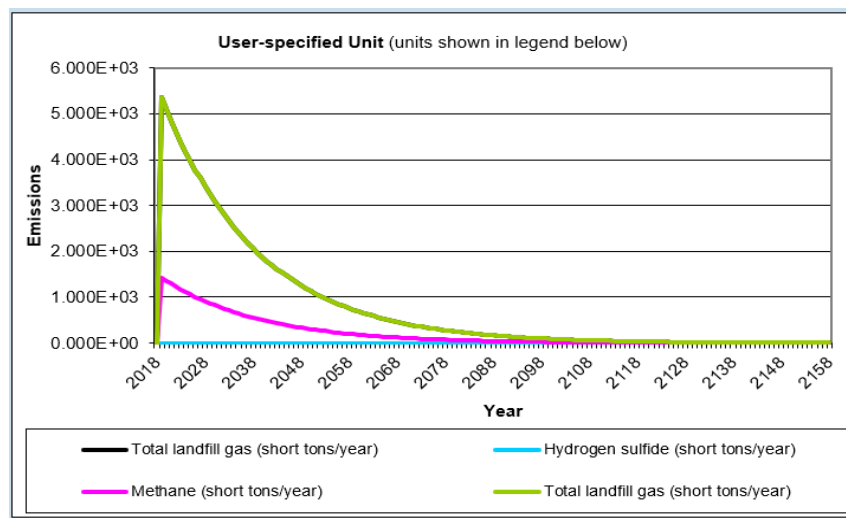
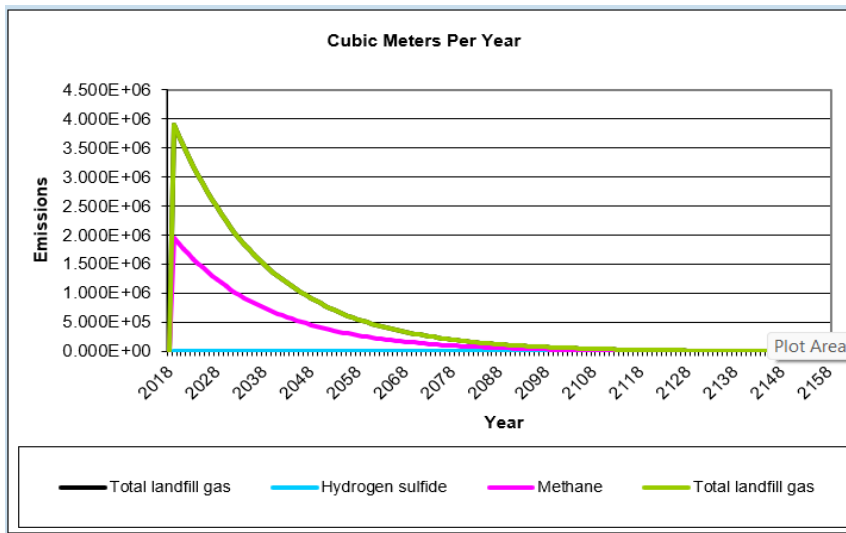
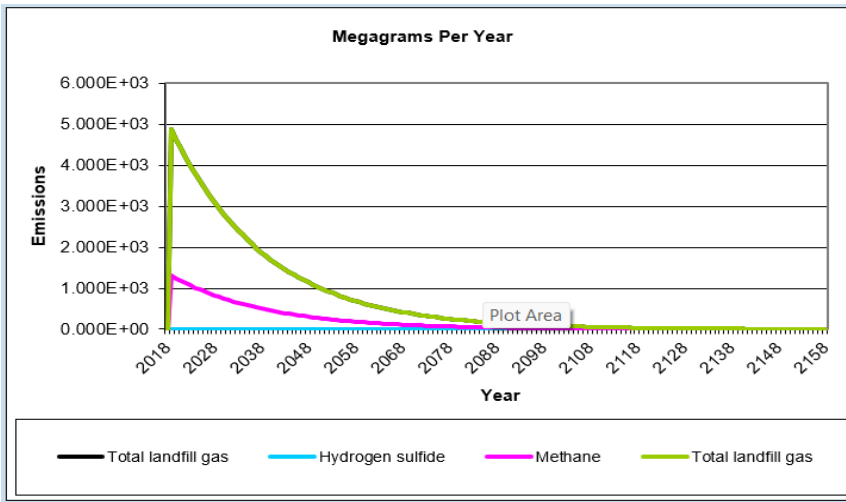
Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2058	0	0	234,543	257,997
2059	0	0	234,543	257,997
2060	0	0	234,543	257,997
2061	0	0	234,543	257,997
2062	0	0	234,543	257,997
2063	0	0	234,543	257,997
2064	0	0	234,543	257,997
2065	0	0	234,543	257,997
2066	0	0	234,543	257,997
2067	0	0	234,543	257,997
2068	0	0	234,543	257,997
2069	0	0	234,543	257,997
2070	0	0	234,543	257,997
2071	0	0	234,543	257,997
2072	0	0	234,543	257,997
2073	0	0	234,543	257,997
2074	0	0	234,543	257,997
2075	0	0	234,543	257,997
2076	0	0	234,543	257,997
2077	0	0	234,543	257,997
2078	0	0	234,543	257,997
2079	0	0	234,543	257,997
2080	0	0	234,543	257,997
2081	0	0	234,543	257,997
2082	0	0	234,543	257,997
2083	0	0	234,543	257,997
2084	0	0	234,543	257,997
2085	0	0	234,543	257,997
2086	0	0	234,543	257,997
2087	0	0	234,543	257,997
2088	0	0	234,543	257,997
2089	0	0	234,543	257,997
2090	0	0	234,543	257,997
2091	0	0	234,543	257,997
2092	0	0	234,543	257,997
2093	0	0	234,543	257,997
2094	0	0	234,543	257,997
2095	0	0	234,543	257,997
2096	0	0	234,543	257,997
2097	0	0	234,543	257,997

**Pollutant Parameters**

<b>Gas / Pollutant Default Parameters:</b>				<b>User-specified Pollutant Parameters:</b>	
	Compound	Concentration (ppmv)	Molecular Weight	Concentration (ppmv)	Molecular Weight
<b>Gases</b>	Total landfill gas		0.00		
	Methane		16.04		
	Carbon dioxide		44.01		
	NMOC	4,000	86.18		
<b>Pollutants</b>	1,1,1-Trichloroethane (methyl chloroform) - HAP	0.48	133.41		
	1,1,2,2- Tetrachloroethane - HAP/VOC	1.1	167.85		
	1,1-Dichloroethane (ethylidene dichloride) - HAP/VOC	2.4	98.97		
	1,1-Dichloroethene (vinylidene chloride) - HAP/VOC	0.20	96.94		
	1,2-Dichloroethane (ethylene dichloride) - HAP/VOC	0.41	98.96		
	1,2-Dichloropropane (propylene dichloride) - HAP/VOC	0.18	112.99		
	2-Propanol (isopropyl alcohol) - VOC	50	60.11		
	Acetone	7.0	58.08		
	Acrylonitrile - HAP/VOC	6.3	53.06		
	Benzene - No or Unknown Co-disposal - HAP/VOC	1.9	78.11		
	Benzene - Co-disposal - HAP/VOC	11	78.11		
	Bromodichloromethane - VOC	3.1	163.83		
	Butane - VOC	5.0	58.12		
	Carbon disulfide - HAP/VOC	0.58	76.13		
	Carbon monoxide	140	28.01		
	Carbon tetrachloride - HAP/VOC	4.0E-03	153.84		
	Carbonyl sulfide - HAP/VOC	0.49	60.07		
	Chlorobenzene - HAP/VOC	0.25	112.56		
	Chlorodifluoromethane	1.3	86.47		
	Chloroethane (ethyl chloride) - HAP/VOC	1.3	64.52		
	Chloroform - HAP/VOC	0.03	119.39		
	Chloromethane - VOC	1.2	50.49		
	Dichlorobenzene - (HAP for para isomer/VOC)	0.21	147		
	Dichlorodifluoromethane	16	120.91		
	Dichlorofluoromethane - VOC	2.6	102.92		
	Dichloromethane (methylene chloride) - HAP	14	84.94		
	Dimethyl sulfide (methyl sulfide) - VOC	7.8	62.13		
	Ethane	890	30.07		
	Ethanol - VOC	27	46.08		



**Graphs**



## Results

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2018	0	0	0	0	0	0
2019	1.301E+03	1.949E+06	1.431E+03	1.990E-01	1.404E+02	2.189E-01
2020	1.237E+03	1.854E+06	1.361E+03	1.893E-01	1.335E+02	2.082E-01
2021	1.177E+03	1.764E+06	1.294E+03	1.800E-01	1.270E+02	1.980E-01
2022	1.119E+03	1.678E+06	1.231E+03	1.712E-01	1.208E+02	1.884E-01
2023	1.065E+03	1.596E+06	1.171E+03	1.629E-01	1.149E+02	1.792E-01
2024	1.013E+03	1.518E+06	1.114E+03	1.549E-01	1.093E+02	1.704E-01
2025	9.635E+02	1.444E+06	1.060E+03	1.474E-01	1.040E+02	1.621E-01
2026	9.165E+02	1.374E+06	1.008E+03	1.402E-01	9.891E+01	1.542E-01
2027	8.718E+02	1.307E+06	9.590E+02	1.334E-01	9.409E+01	1.467E-01
2028	8.293E+02	1.243E+06	9.122E+02	1.269E-01	8.950E+01	1.395E-01
2029	7.888E+02	1.182E+06	8.677E+02	1.207E-01	8.513E+01	1.327E-01
2030	7.504E+02	1.125E+06	8.254E+02	1.148E-01	8.098E+01	1.263E-01
2031	7.138E+02	1.070E+06	7.852E+02	1.092E-01	7.703E+01	1.201E-01
2032	6.790E+02	1.018E+06	7.469E+02	1.039E-01	7.327E+01	1.143E-01
2033	6.458E+02	9.681E+05	7.104E+02	9.880E-02	6.970E+01	1.087E-01
2034	6.144E+02	9.209E+05	6.758E+02	9.398E-02	6.630E+01	1.034E-01
2035	5.844E+02	8.759E+05	6.428E+02	8.940E-02	6.307E+01	9.834E-02
2036	5.559E+02	8.332E+05	6.115E+02	8.504E-02	5.999E+01	9.354E-02
2037	5.288E+02	7.926E+05	5.817E+02	8.089E-02	5.707E+01	8.898E-02
2038	5.030E+02	7.539E+05	5.533E+02	7.695E-02	5.428E+01	8.464E-02
2039	4.785E+02	7.172E+05	5.263E+02	7.319E-02	5.164E+01	8.051E-02
2040	4.551E+02	6.822E+05	5.006E+02	6.962E-02	4.912E+01	7.659E-02
2041	4.329E+02	6.489E+05	4.762E+02	6.623E-02	4.672E+01	7.285E-02
2042	4.118E+02	6.173E+05	4.530E+02	6.300E-02	4.444E+01	6.930E-02
2043	3.917E+02	5.872E+05	4.309E+02	5.993E-02	4.228E+01	6.592E-02
2044	3.726E+02	5.585E+05	4.099E+02	5.700E-02	4.021E+01	6.270E-02
2045	3.544E+02	5.313E+05	3.899E+02	5.422E-02	3.825E+01	5.965E-02
2046	3.372E+02	5.054E+05	3.709E+02	5.158E-02	3.639E+01	5.674E-02
2047	3.207E+02	4.807E+05	3.528E+02	4.906E-02	3.461E+01	5.397E-02
2048	3.051E+02	4.573E+05	3.356E+02	4.667E-02	3.292E+01	5.134E-02
2049	2.902E+02	4.350E+05	3.192E+02	4.439E-02	3.132E+01	4.883E-02
2050	2.760E+02	4.138E+05	3.036E+02	4.223E-02	2.979E+01	4.645E-02
2051	2.626E+02	3.936E+05	2.888E+02	4.017E-02	2.834E+01	4.419E-02
2052	2.498E+02	3.744E+05	2.748E+02	3.821E-02	2.696E+01	4.203E-02
2053	2.376E+02	3.561E+05	2.614E+02	3.635E-02	2.564E+01	3.998E-02
2054	2.260E+02	3.388E+05	2.486E+02	3.457E-02	2.439E+01	3.803E-02
2055	2.150E+02	3.222E+05	2.365E+02	3.289E-02	2.320E+01	3.618E-02
2056	2.045E+02	3.065E+05	2.249E+02	3.128E-02	2.207E+01	3.441E-02
2057	1.945E+02	2.916E+05	2.140E+02	2.976E-02	2.099E+01	3.273E-02
2058	1.850E+02	2.774E+05	2.035E+02	2.831E-02	1.997E+01	3.114E-02
2059	1.760E+02	2.638E+05	1.936E+02	2.693E-02	1.900E+01	2.962E-02
2060	1.674E+02	2.510E+05	1.842E+02	2.561E-02	1.807E+01	2.817E-02
2061	1.593E+02	2.387E+05	1.752E+02	2.436E-02	1.719E+01	2.680E-02
2062	1.515E+02	2.271E+05	1.666E+02	2.318E-02	1.635E+01	2.549E-02
2063	1.441E+02	2.160E+05	1.585E+02	2.205E-02	1.555E+01	2.425E-02
2064	1.371E+02	2.055E+05	1.508E+02	2.097E-02	1.479E+01	2.307E-02
2065	1.304E+02	1.955E+05	1.434E+02	1.995E-02	1.407E+01	2.194E-02
2066	1.240E+02	1.859E+05	1.364E+02	1.897E-02	1.339E+01	2.087E-02
2067	1.180E+02	1.769E+05	1.298E+02	1.805E-02	1.273E+01	1.985E-02

**Results (Continued)**

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2068	1.122E+02	1.682E+05	1.235E+02	1.717E-02	1.211E+01	1.889E-02
2069	1.068E+02	1.600E+05	1.174E+02	1.633E-02	1.152E+01	1.796E-02
2070	1.016E+02	1.522E+05	1.117E+02	1.554E-02	1.096E+01	1.709E-02
2071	9.660E+01	1.448E+05	1.063E+02	1.478E-02	1.043E+01	1.626E-02
2072	9.189E+01	1.377E+05	1.011E+02	1.406E-02	9.917E+00	1.546E-02
2073	8.741E+01	1.310E+05	9.615E+01	1.337E-02	9.433E+00	1.471E-02
2074	8.314E+01	1.246E+05	9.146E+01	1.272E-02	8.973E+00	1.399E-02
2075	7.909E+01	1.185E+05	8.700E+01	1.210E-02	8.535E+00	1.331E-02
2076	7.523E+01	1.128E+05	8.275E+01	1.151E-02	8.119E+00	1.266E-02
2077	7.156E+01	1.073E+05	7.872E+01	1.095E-02	7.723E+00	1.204E-02
2078	6.807E+01	1.020E+05	7.488E+01	1.041E-02	7.346E+00	1.145E-02
2079	6.475E+01	9.706E+04	7.123E+01	9.906E-03	6.988E+00	1.090E-02
2080	6.159E+01	9.232E+04	6.775E+01	9.423E-03	6.647E+00	1.036E-02
2081	5.859E+01	8.782E+04	6.445E+01	8.963E-03	6.323E+00	9.859E-03
2082	5.573E+01	8.354E+04	6.131E+01	8.526E-03	6.015E+00	9.378E-03
2083	5.301E+01	7.946E+04	5.832E+01	8.110E-03	5.721E+00	8.921E-03
2084	5.043E+01	7.559E+04	5.547E+01	7.714E-03	5.442E+00	8.486E-03
2085	4.797E+01	7.190E+04	5.277E+01	7.338E-03	5.177E+00	8.072E-03
2086	4.563E+01	6.840E+04	5.019E+01	6.980E-03	4.924E+00	7.678E-03
2087	4.340E+01	6.506E+04	4.775E+01	6.640E-03	4.684E+00	7.304E-03
2088	4.129E+01	6.189E+04	4.542E+01	6.316E-03	4.456E+00	6.948E-03
2089	3.927E+01	5.887E+04	4.320E+01	6.008E-03	4.239E+00	6.609E-03
2090	3.736E+01	5.600E+04	4.109E+01	5.715E-03	4.032E+00	6.287E-03
2091	3.554E+01	5.327E+04	3.909E+01	5.436E-03	3.835E+00	5.980E-03
2092	3.380E+01	5.067E+04	3.718E+01	5.171E-03	3.648E+00	5.688E-03
2093	3.215E+01	4.820E+04	3.537E+01	4.919E-03	3.470E+00	5.411E-03
2094	3.059E+01	4.585E+04	3.365E+01	4.679E-03	3.301E+00	5.147E-03
2095	2.909E+01	4.361E+04	3.200E+01	4.451E-03	3.140E+00	4.896E-03
2096	2.768E+01	4.148E+04	3.044E+01	4.234E-03	2.987E+00	4.657E-03
2097	2.633E+01	3.946E+04	2.896E+01	4.027E-03	2.841E+00	4.430E-03
2098	2.504E+01	3.754E+04	2.755E+01	3.831E-03	2.703E+00	4.214E-03
2099	2.382E+01	3.571E+04	2.620E+01	3.644E-03	2.571E+00	4.008E-03
2100	2.266E+01	3.396E+04	2.493E+01	3.466E-03	2.445E+00	3.813E-03
2101	2.155E+01	3.231E+04	2.371E+01	3.297E-03	2.326E+00	3.627E-03
2102	2.050E+01	3.073E+04	2.255E+01	3.136E-03	2.213E+00	3.450E-03
2103	1.950E+01	2.923E+04	2.145E+01	2.984E-03	2.105E+00	3.282E-03
2104	1.855E+01	2.781E+04	2.041E+01	2.838E-03	2.002E+00	3.122E-03
2105	1.765E+01	2.645E+04	1.941E+01	2.700E-03	1.904E+00	2.970E-03
2106	1.679E+01	2.516E+04	1.846E+01	2.568E-03	1.812E+00	2.825E-03
2107	1.597E+01	2.393E+04	1.756E+01	2.443E-03	1.723E+00	2.687E-03
2108	1.519E+01	2.277E+04	1.671E+01	2.324E-03	1.639E+00	2.556E-03
2109	1.445E+01	2.166E+04	1.589E+01	2.210E-03	1.559E+00	2.431E-03
2110	1.374E+01	2.060E+04	1.512E+01	2.102E-03	1.483E+00	2.313E-03
2111	1.307E+01	1.960E+04	1.438E+01	2.000E-03	1.411E+00	2.200E-03
2112	1.244E+01	1.864E+04	1.368E+01	1.902E-03	1.342E+00	2.093E-03
2113	1.183E+01	1.773E+04	1.301E+01	1.810E-03	1.277E+00	1.991E-03
2114	1.125E+01	1.687E+04	1.238E+01	1.721E-03	1.214E+00	1.893E-03
2115	1.070E+01	1.604E+04	1.177E+01	1.637E-03	1.155E+00	1.801E-03
2116	1.018E+01	1.526E+04	1.120E+01	1.558E-03	1.099E+00	1.713E-03
2117	9.685E+00	1.452E+04	1.065E+01	1.482E-03	1.045E+00	1.630E-03
2118	9.213E+00	1.381E+04	1.013E+01	1.409E-03	9.942E-01	1.550E-03



**Results (Continued)**

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2119	8.763E+00	1.314E+04	9.640E+00	1.341E-03	9.457E-01	1.475E-03
2120	8.336E+00	1.249E+04	9.169E+00	1.275E-03	8.996E-01	1.403E-03
2121	7.929E+00	1.189E+04	8.722E+00	1.213E-03	8.557E-01	1.334E-03
2122	7.543E+00	1.131E+04	8.297E+00	1.154E-03	8.140E-01	1.269E-03
2123	7.175E+00	1.075E+04	7.892E+00	1.098E-03	7.743E-01	1.207E-03
2124	6.825E+00	1.023E+04	7.507E+00	1.044E-03	7.365E-01	1.148E-03
2125	6.492E+00	9.731E+03	7.141E+00	9.931E-04	7.006E-01	1.092E-03
2126	6.175E+00	9.256E+03	6.793E+00	9.447E-04	6.665E-01	1.039E-03
2127	5.874E+00	8.805E+03	6.462E+00	8.986E-04	6.340E-01	9.885E-04
2128	5.588E+00	8.375E+03	6.146E+00	8.548E-04	6.030E-01	9.403E-04
2129	5.315E+00	7.967E+03	5.847E+00	8.131E-04	5.736E-01	8.944E-04
2130	5.056E+00	7.578E+03	5.562E+00	7.734E-04	5.456E-01	8.508E-04
2131	4.809E+00	7.209E+03	5.290E+00	7.357E-04	5.190E-01	8.093E-04
2132	4.575E+00	6.857E+03	5.032E+00	6.998E-04	4.937E-01	7.698E-04
2133	4.352E+00	6.523E+03	4.787E+00	6.657E-04	4.696E-01	7.323E-04
2134	4.139E+00	6.205E+03	4.553E+00	6.332E-04	4.467E-01	6.966E-04
2135	3.938E+00	5.902E+03	4.331E+00	6.024E-04	4.250E-01	6.626E-04
2136	3.746E+00	5.614E+03	4.120E+00	5.730E-04	4.042E-01	6.303E-04
2137	3.563E+00	5.340E+03	3.919E+00	5.450E-04	3.845E-01	5.995E-04
2138	3.389E+00	5.080E+03	3.728E+00	5.185E-04	3.658E-01	5.703E-04
2139	3.224E+00	4.832E+03	3.546E+00	4.932E-04	3.479E-01	5.425E-04
2140	3.067E+00	4.597E+03	3.373E+00	4.691E-04	3.310E-01	5.160E-04
2141	2.917E+00	4.372E+03	3.209E+00	4.462E-04	3.148E-01	4.909E-04
2142	2.775E+00	4.159E+03	3.052E+00	4.245E-04	2.995E-01	4.669E-04
2143	2.639E+00	3.956E+03	2.903E+00	4.038E-04	2.849E-01	4.442E-04
2144	2.511E+00	3.763E+03	2.762E+00	3.841E-04	2.710E-01	4.225E-04
2145	2.388E+00	3.580E+03	2.627E+00	3.654E-04	2.577E-01	4.019E-04
2146	2.272E+00	3.405E+03	2.499E+00	3.475E-04	2.452E-01	3.823E-04
2147	2.161E+00	3.239E+03	2.377E+00	3.306E-04	2.332E-01	3.636E-04
2148	2.056E+00	3.081E+03	2.261E+00	3.145E-04	2.218E-01	3.459E-04
2149	1.955E+00	2.931E+03	2.151E+00	2.991E-04	2.110E-01	3.290E-04
2150	1.860E+00	2.788E+03	2.046E+00	2.845E-04	2.007E-01	3.130E-04
2151	1.769E+00	2.652E+03	1.946E+00	2.707E-04	1.909E-01	2.977E-04
2152	1.683E+00	2.523E+03	1.851E+00	2.575E-04	1.816E-01	2.832E-04
2153	1.601E+00	2.400E+03	1.761E+00	2.449E-04	1.728E-01	2.694E-04
2154	1.523E+00	2.283E+03	1.675E+00	2.330E-04	1.643E-01	2.563E-04
2155	1.449E+00	2.171E+03	1.593E+00	2.216E-04	1.563E-01	2.438E-04
2156	1.378E+00	2.065E+03	1.516E+00	2.108E-04	1.487E-01	2.319E-04
2157	1.311E+00	1.965E+03	1.442E+00	2.005E-04	1.415E-01	2.206E-04
2158	1.247E+00	1.869E+03	1.371E+00	1.907E-04	1.346E-01	2.098E-04

RESULTS

Landfill Name or Identifier: Landfill Hole No-2

Closure Year (with 80-year limit) = 2018  
 Methane = 50 % by volume

Please choose a third unit of measure to represent all of the emission rates below.

User-specified Unit: short tons/year

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place		Methane			Hydrogen sulfide			Carbon monoxide			Hexane - HAP/VOC		
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(short tons/year)
2018	234,543	257,997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2019	0	0	234,543	257,997	1,301E+03	1,949E+06	1,431E+03	1,990E-01	1,404E+02	2,189E-01	6,359E-01	5,458E+02	6,935E-01	9,224E-02	2,573E+01	1,015E-01
2020	0	0	234,543	257,997	1,237E+03	1,854E+06	1,361E+03	1,833E-01	1,335E+02	2,082E-01	6,049E-01	5,192E+02	6,654E-01	8,774E-02	2,448E+01	9,651E-02
2021	0	0	234,543	257,997	1,177E+03	1,764E+06	1,294E+03	1,800E-01	1,270E+02	1,980E-01	5,735E-01	4,939E+02	6,328E-01	8,346E-02	2,328E+01	9,181E-02
2022	0	0	234,543	257,997	1,119E+03	1,678E+06	1,231E+03	1,712E-01	1,208E+02	1,884E-01	5,473E-01	4,698E+02	6,021E-01	7,939E-02	2,215E+01	8,733E-02
2023	0	0	234,543	257,997	1,065E+03	1,596E+06	1,171E+03	1,629E-01	1,149E+02	1,792E-01	5,206E-01	4,469E+02	5,727E-01	7,552E-02	2,107E+01	8,307E-02
2024	0	0	234,543	257,997	1,013E+03	1,518E+06	1,114E+03	1,549E-01	1,083E+02	1,704E-01	4,953E-01	4,251E+02	5,448E-01	7,184E-02	2,004E+01	7,902E-02
2025	0	0	234,543	257,997	9,635E+02	1,444E+06	1,060E+03	1,474E-01	1,040E+02	1,621E-01	4,711E-01	4,044E+02	5,182E-01	6,833E-02	1,906E+01	7,517E-02
2026	0	0	234,543	257,997	9,165E+02	1,374E+06	1,008E+03	1,402E-01	9,891E+01	1,542E-01	4,481E-01	3,847E+02	4,929E-01	6,500E-02	1,813E+01	7,150E-02
2027	0	0	234,543	257,997	8,718E+02	1,307E+06	9,590E+02	1,334E-01	9,409E+01	1,467E-01	4,263E-01	3,659E+02	4,689E-01	6,183E-02	1,725E+01	6,801E-02
2028	0	0	234,543	257,997	8,293E+02	1,243E+06	9,122E+02	1,269E-01	8,950E+01	1,395E-01	4,055E-01	3,480E+02	4,460E-01	5,881E-02	1,641E+01	6,470E-02
2029	0	0	234,543	257,997	7,888E+02	1,182E+06	8,677E+02	1,207E-01	8,513E+01	1,327E-01	3,857E-01	3,311E+02	4,243E-01	5,595E-02	1,561E+01	6,154E-02
2030	0	0	234,543	257,997	7,504E+02	1,125E+06	8,254E+02	1,148E-01	8,098E+01	1,263E-01	3,669E-01	3,149E+02	4,036E-01	5,322E-02	1,485E+01	5,854E-02
2031	0	0	234,543	257,997	7,138E+02	1,070E+06	7,852E+02	1,092E-01	7,703E+01	1,201E-01	3,490E-01	2,996E+02	3,839E-01	5,062E-02	1,412E+01	5,568E-02
2032	0	0	234,543	257,997	6,790E+02	1,018E+06	7,469E+02	1,039E-01	7,327E+01	1,143E-01	3,320E-01	2,850E+02	3,652E-01	4,815E-02	1,343E+01	5,297E-02
2033	0	0	234,543	257,997	6,458E+02	9,681E+05	7,104E+02	9,880E-02	6,970E+01	1,087E-01	3,158E-01	2,711E+02	3,474E-01	4,580E-02	1,278E+01	5,038E-02
2034	0	0	234,543	257,997	6,144E+02	9,209E+05	6,758E+02	9,398E-02	6,630E+01	1,034E-01	3,004E-01	2,578E+02	3,304E-01	4,357E-02	1,216E+01	4,793E-02
2035	0	0	234,543	257,997	5,844E+02	8,759E+05	6,428E+02	8,940E-02	6,307E+01	9,834E-02	2,857E-01	2,453E+02	3,143E-01	4,145E-02	1,156E+01	4,559E-02
2036	0	0	234,543	257,997	5,559E+02	8,332E+05	6,115E+02	8,504E-02	5,999E+01	9,504E-02	2,718E-01	2,333E+02	2,990E-01	3,942E-02	1,100E+01	4,337E-02
2037	0	0	234,543	257,997	5,288E+02	7,926E+05	5,817E+02	8,089E-02	5,707E+01	8,898E-02	2,585E-01	2,219E+02	2,844E-01	3,750E-02	1,048E+01	4,125E-02
2038	0	0	234,543	257,997	5,030E+02	7,539E+05	5,533E+02	7,695E-02	5,428E+01	8,464E-02	2,459E-01	2,111E+02	2,705E-01	3,575E-02	9,952E+00	3,924E-02
2039	0	0	234,543	257,997	4,785E+02	7,172E+05	5,263E+02	7,319E-02	5,164E+01	8,051E-02	2,339E-01	2,008E+02	2,573E-01	3,393E-02	9,467E+00	3,733E-02
2040	0	0	234,543	257,997	4,551E+02	6,822E+05	5,006E+02	6,962E-02	4,912E+01	7,659E-02	2,225E-01	1,910E+02	2,448E-01	3,229E-02	9,005E+00	3,551E-02
2041	0	0	234,543	257,997	4,329E+02	6,489E+05	4,762E+02	6,623E-02	4,672E+01	7,285E-02	2,117E-01	1,817E+02	2,328E-01	3,070E-02	8,566E+00	3,377E-02
2042	0	0	234,543	257,997	4,118E+02	6,173E+05	4,530E+02	6,300E-02	4,444E+01	6,930E-02	2,014E-01	1,728E+02	2,215E-01	2,912E-02	8,148E+00	3,213E-02
2043	0	0	234,543	257,997	3,917E+02	5,872E+05	4,308E+02	5,993E-02	4,228E+01	6,592E-02	1,915E-01	1,644E+02	2,107E-01	2,778E-02	7,751E+00	3,056E-02
2044	0	0	234,543	257,997	3,726E+02	5,585E+05	4,098E+02	5,700E-02	4,021E+01	6,270E-02	1,822E-01	1,564E+02	2,004E-01	2,643E-02	7,373E+00	2,907E-02
2045	0	0	234,543	257,997	3,544E+02	5,313E+05	3,898E+02	5,422E-02	3,825E+01	5,965E-02	1,733E-01	1,488E+02	1,906E-01	2,514E-02	7,013E+00	2,765E-02
2046	0	0	234,543	257,997	3,372E+02	5,054E+05	3,709E+02	5,158E-02	3,639E+01	5,748E-02	1,649E-01	1,415E+02	1,813E-01	2,391E-02	6,671E+00	2,630E-02
2047	0	0	234,543	257,997	3,207E+02	4,807E+05	3,528E+02	4,906E-02	3,461E+01	5,397E-02	1,568E-01	1,346E+02	1,725E-01	2,275E-02	6,346E+00	2,502E-02
2048	0	0	234,543	257,997	3,051E+02	4,573E+05	3,356E+02	4,667E-02	3,292E+01	5,134E-02	1,492E-01	1,280E+02	1,641E-01	2,154E-02	6,036E+00	2,380E-02
2049	0	0	234,543	257,997	2,902E+02	4,350E+05	3,192E+02	4,439E-02	3,132E+01	4,883E-02	1,419E-01	1,218E+02	1,561E-01	2,058E-02	5,742E+00	2,264E-02
2050	0	0	234,543	257,997	2,760E+02	4,138E+05	3,036E+02	4,223E-02	2,979E+01	4,645E-02	1,350E-01	1,159E+02	1,485E-01	1,965E-02	5,462E+00	2,154E-02
2051	0	0	234,543	257,997	2,626E+02	3,936E+05	2,888E+02	4,017E-02	2,834E+01	4,419E-02	1,284E-01	1,102E+02	1,412E-01	1,862E-02	5,195E+00	2,048E-02
2052	0	0	234,543	257,997	2,498E+02	3,744E+05	2,748E+02	3,821E-02	2,696E+01	4,203E-02	1,221E-01	1,048E+02	1,343E-01	1,771E-02	4,942E+00	1,949E-02
2053	0	0	234,543	257,997	2,376E+02	3,561E+05	2,614E+02	3,635E-02	2,564E+01	3,998E-02	1,162E-01	9,972E+01	1,278E-01	1,685E-02	4,701E+00	1,854E-02
2054	0	0	234,543	257,997	2,260E+02	3,388E+05	2,486E+02	3,457E-02	2,439E+01	3,803E-02	1,105E-01	9,485E+01	1,216E-01	1,603E-02	4,472E+00	1,763E-02
2055	0	0	234,543	257,997	2,150E+02	3,222E+05	2,365E+02	3,289E-02	2,320E+01	3,618E-02	1,051E-01	9,023E+01	1,166E-01	1,525E-02	4,254E+00	1,677E-02
2056	0	0	234,543	257,997	2,045E+02	3,065E+05	2,249E+02	3,128E-02	2,207E+01	3,441E-02	9,999E-02	8,583E+01	1,100E-01	1,450E-02	4,046E+00	1,595E-02
2057	0	0	234,543	257,997	1,945E+02	2,916E+05	2,140E+02	2,976E-02	2,099E+01	3,273E-02	9,511E-02	8,164E+01	1,046E-01	1,380E-02	3,849E+00	1,518E-02
2058	0	0	234,543	257,997	1,850E+02	2,774E+05	2,035E+02	2,831E-02	1,997E+01	3,114E-02	9,048E-02	7,766E+01	9,952E-02	1,312E-02	3,661E+00	1,444E-02
2059	0	0	234,543	257,997	1,760E+02	2,638E+05	1,936E+02	2,693E-02	1,900E+01	2,962E-02	8,606E-02	7,387E+01	9,467E-02	1,248E-02	3,483E+00	1,373E-02
2060	0	0	234,543	257,997	1,674E+02	2,510E+05	1,842E+02	2,561E-02	1,807E+01	2,817E-02	8,187E-02	7,027E+01	9,005E-02	1,187E-02	3,313E+00	1,306E-02
2061	0	0	234,543	257,997	1,593E+02	2,387E+05	1,752E+02	2,436E-02	1,719E+01	2,680E-02	7,787E-02	6,684E+01	8,566E-02	1,130E-02	3,151E+00	1,242E-02
2062	0	0	234,543	257,997	1,515E+02	2,271E+05	1,666E+02	2,318E-02	1,635E+01	2,549E-02	7,407E-02	6,358E+01	8,148E-02	1,074E-02	2,997E+00	1,182E-02
2063	0	0	234,543	257,997	1,441E+02	2,160E+05	1,585E+02	2,205E-02	1,555E+01	2,425E-02	7,046E-02	6,048E+01	7,751E-02	1,022E-02	2,851E+00	1,124E-02
2064	0	0	234,543	257,997	1,371E+02	2,055E+05	1,508E+02	2,097E-02	1,479E+01	2,307E-02	6,703E-02	5,753E+01	7,373E-02	9,722E-03	2,712E+00	1,069E-02
2065	0	0	234,543	257,997	1,304E+02	1,955E+05	1,434E+02	1,995E-02	1,407E+01	2,194E-02	6,376E-02	5,473E+01	7,013E-02	9,248E-03	2,580E+00	1,017E-02
2066	0	0	234,543	257,997	1,240E+02	1,859E+05	1,364E+02	1,897E-02	1,339E+01	2,087E-02	6,065E-02	5,206E+01	6,671E-02	8,797E-03	2,454E+00	9,676E-03
2067	0	0	234,543	257,997	1,180E+02	1,769E+05	1,298E+02	1,805E-02	1,273E+01	1,985E-02	5,769E-02	4,952E+01	6,346E-02	8,368E-03	2,334E+00	9,204E-03
2068	0	0	234,543	257,997	1,122E+02	1,682E+05	1,235E+02	1,717E-02	1,189E-02	1,889E-02	5,488E-02	4,710E+01	6,036E-02	7,960E-03	2,221E+00	8,756E-03
2069	0	0	234,543	257,997	1,068E+02	1,600E+05	1,174E+02	1,633E-02	1,152E+01	1,796E-02	5,220E-02	4,481E+01	5,742E-02	7,571E-03	2,112E+00	8,329E-03
2070	0	0	234,543	257,997	1,016E+02	1,522E+05	1,117E+02	1,554E-02	1,096E+01	1,709E-02	4,965E-02	4,262E+01	5,462E-02	7,202E-03	2,009E+00	7,922E-03
2071	0	0	234,543	257,997	9,660E+01	1,448E+05	1,063E+02	1,478E-02	1,043E+01	1,626E-02	4,723E-02	4,054E+01	5,196E-02	6,851E-03	1,911E+00	7,536E-03
2072	0	0	234,543	257,997	9,189E+01	1,377E+05	1,011E+02	1,40								

RESULTS

Landfill Name or Identifier: Landfill Hole No-2

Closure Year (with 80-year limit) = 2018  
 Methane = 50 % by volume

Please choose a third unit of measure to represent all of the emission rates below.  
 User-specified Unit:

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place		Methane			Hydrogen sulfide			Carbon monoxide			Hexane - HAP/VOC		
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2034	0	0	234.543	257.997	3.059E+01	4.585E+04	3.385E+01	4.879E-03	3.301E+00	5.147E-03	1.489E-02	1.284E+01	1.645E-02	2.180E-03	6.052E-01	2.386E-03
2035	0	0	234.543	257.997	2.909E+01	4.381E+04	3.200E+01	4.451E-03	3.140E+00	4.895E-03	1.423E-02	1.221E+01	1.565E-02	1.623E-03	5.757E-01	2.270E-03
2036	0	0	234.543	257.997	2.788E+01	4.148E+04	3.044E+01	4.234E-03	2.987E+00	4.657E-03	1.353E-02	1.162E+01	1.489E-02	1.363E-03	5.476E-01	2.159E-03
2037	0	0	234.543	257.997	2.633E+01	3.946E+04	2.896E+01	4.027E-03	2.841E+00	4.430E-03	1.287E-02	1.105E+01	1.416E-02	1.367E-03	5.209E-01	2.054E-03
2038	0	0	234.543	257.997	2.504E+01	3.754E+04	2.755E+01	3.831E-03	2.703E+00	4.214E-03	1.224E-02	1.051E+01	1.347E-02	1.377E-03	4.955E-01	1.954E-03
2039	0	0	234.543	257.997	2.382E+01	3.571E+04	2.620E+01	3.644E-03	2.571E+00	4.008E-03	1.165E-02	9.998E+00	1.281E-02	1.689E-03	4.713E-01	1.858E-03
2100	0	0	234.543	257.997	2.266E+01	3.396E+04	2.493E+01	3.468E-03	2.445E+00	3.813E-03	1.108E-02	9.510E+00	1.219E-02	1.607E-03	4.483E-01	1.768E-03
2101	0	0	234.543	257.997	2.155E+01	3.231E+04	2.371E+01	3.297E-03	2.326E+00	3.627E-03	1.054E-02	9.046E+00	1.159E-02	1.529E-03	4.265E-01	1.682E-03
2102	0	0	234.543	257.997	2.050E+01	3.073E+04	2.255E+01	3.136E-03	2.213E+00	3.450E-03	1.002E-02	8.605E+00	1.103E-02	1.454E-03	4.057E-01	1.599E-03
2103	0	0	234.543	257.997	1.950E+01	2.923E+04	2.145E+01	2.984E-03	2.105E+00	3.282E-03	9.536E-03	8.185E+00	1.049E-02	1.383E-03	3.859E-01	1.521E-03
2104	0	0	234.543	257.997	1.855E+01	2.781E+04	2.041E+01	2.838E-03	2.002E+00	3.122E-03	9.071E-03	7.786E+00	9.978E-03	1.316E-03	3.671E-01	1.447E-03
2105	0	0	234.543	257.997	1.765E+01	2.645E+04	1.941E+01	2.700E-03	1.904E+00	2.970E-03	8.629E-03	7.406E+00	9.491E-03	1.252E-03	3.492E-01	1.377E-03
2106	0	0	234.543	257.997	1.679E+01	2.516E+04	1.846E+01	2.588E-03	1.812E+00	2.825E-03	8.208E-03	7.045E+00	9.028E-03	1.191E-03	3.321E-01	1.310E-03
2107	0	0	234.543	257.997	1.597E+01	2.393E+04	1.756E+01	2.443E-03	1.723E+00	2.687E-03	7.807E-03	6.702E+00	8.588E-03	1.132E-03	3.159E-01	1.246E-03
2108	0	0	234.543	257.997	1.519E+01	2.277E+04	1.671E+01	2.324E-03	1.639E+00	2.556E-03	7.427E-03	6.375E+00	8.169E-03	1.077E-03	3.005E-01	1.185E-03
2109	0	0	234.543	257.997	1.445E+01	2.168E+04	1.589E+01	2.210E-03	1.559E+00	2.431E-03	7.064E-03	6.064E+00	7.771E-03	1.025E-03	2.859E-01	1.127E-03
2110	0	0	234.543	257.997	1.374E+01	2.060E+04	1.512E+01	2.102E-03	1.483E+00	2.313E-03	6.720E-03	5.768E+00	7.392E-03	9.747E-04	2.719E-01	1.072E-03
2111	0	0	234.543	257.997	1.307E+01	1.960E+04	1.438E+01	2.000E-03	1.411E+00	2.200E-03	6.392E-03	5.487E+00	7.031E-03	9.272E-04	2.587E-01	1.020E-03
2112	0	0	234.543	257.997	1.244E+01	1.864E+04	1.368E+01	1.902E-03	1.342E+00	2.093E-03	6.080E-03	5.219E+00	6.688E-03	8.819E-04	2.460E-01	9.701E-04
2113	0	0	234.543	257.997	1.183E+01	1.773E+04	1.301E+01	1.810E-03	1.277E+00	1.991E-03	5.784E-03	4.965E+00	6.362E-03	8.389E-04	2.340E-01	9.228E-04
2114	0	0	234.543	257.997	1.125E+01	1.687E+04	1.238E+01	1.721E-03	1.214E+00	1.893E-03	5.502E-03	4.723E+00	6.052E-03	7.798E-04	2.226E-01	8.779E-04
2115	0	0	234.543	257.997	1.070E+01	1.604E+04	1.177E+01	1.637E-03	1.155E+00	1.801E-03	5.233E-03	4.492E+00	5.757E-03	7.591E-04	2.118E-01	8.350E-04
2116	0	0	234.543	257.997	1.018E+01	1.526E+04	1.120E+01	1.558E-03	1.099E+00	1.713E-03	4.978E-03	4.273E+00	5.476E-03	7.121E-04	2.014E-01	7.943E-04
2117	0	0	234.543	257.997	9.685E+00	1.452E+04	1.065E+01	1.482E-03	1.045E+00	1.630E-03	4.735E-03	4.065E+00	5.209E-03	6.869E-04	1.916E-01	7.555E-04
2118	0	0	234.543	257.997	9.213E+00	1.381E+04	1.013E+01	1.409E-03	9.942E-01	1.550E-03	4.504E-03	3.866E+00	4.955E-03	6.534E-04	1.823E-01	7.187E-04
2119	0	0	234.543	257.997	8.763E+00	1.314E+04	9.640E+00	1.341E-03	9.457E-01	1.475E-03	4.285E-03	3.678E+00	4.713E-03	6.215E-04	1.734E-01	6.836E-04
2120	0	0	234.543	257.997	8.336E+00	1.249E+04	9.169E+00	1.275E-03	8.996E-01	1.403E-03	4.076E-03	3.499E+00	4.483E-03	5.912E-04	1.649E-01	6.503E-04
2121	0	0	234.543	257.997	7.929E+00	1.189E+04	8.722E+00	1.213E-03	8.557E-01	1.334E-03	3.877E-03	3.328E+00	4.265E-03	5.624E-04	1.569E-01	6.186E-04
2122	0	0	234.543	257.997	7.543E+00	1.131E+04	8.297E+00	1.154E-03	8.140E-01	1.269E-03	3.688E-03	3.166E+00	4.057E-03	5.349E-04	1.482E-01	5.884E-04
2123	0	0	234.543	257.997	7.175E+00	1.075E+04	7.892E+00	1.098E-03	7.743E-01	1.207E-03	3.508E-03	3.011E+00	3.859E-03	5.088E-04	1.420E-01	5.597E-04
2124	0	0	234.543	257.997	6.825E+00	1.023E+04	7.507E+00	1.044E-03	7.365E-01	1.148E-03	3.337E-03	2.864E+00	3.671E-03	4.840E-04	1.350E-01	5.324E-04
2125	0	0	234.543	257.997	6.492E+00	9.731E+03	7.141E+00	9.931E-04	7.006E-01	1.092E-03	3.174E-03	2.725E+00	3.492E-03	4.604E-04	1.284E-01	5.065E-04
2126	0	0	234.543	257.997	6.175E+00	9.256E+03	6.793E+00	9.447E-04	6.665E-01	1.039E-03	3.019E-03	2.592E+00	3.321E-03	4.380E-04	1.221E-01	4.818E-04
2127	0	0	234.543	257.997	5.874E+00	8.805E+03	6.462E+00	8.986E-04	6.340E-01	9.885E-04	2.872E-03	2.465E+00	3.159E-03	4.166E-04	1.162E-01	4.583E-04
2128	0	0	234.543	257.997	5.588E+00	8.375E+03	6.146E+00	8.548E-04	6.030E-01	9.403E-04	2.732E-03	2.345E+00	3.005E-03	3.963E-04	1.106E-01	4.359E-04
2129	0	0	234.543	257.997	5.315E+00	7.967E+03	5.847E+00	8.131E-04	5.736E-01	8.944E-04	2.599E-03	2.231E+00	2.859E-03	3.770E-04	1.052E-01	4.147E-04
2130	0	0	234.543	257.997	5.056E+00	7.578E+03	5.562E+00	7.734E-04	5.456E-01	8.508E-04	2.472E-03	2.122E+00	2.719E-03	3.586E-04	1.000E-01	3.944E-04
2131	0	0	234.543	257.997	4.809E+00	7.209E+03	5.290E+00	7.357E-04	5.190E-01	8.093E-04	2.352E-03	2.018E+00	2.587E-03	3.411E-04	9.516E-02	3.752E-04
2132	0	0	234.543	257.997	4.575E+00	6.857E+03	5.032E+00	6.998E-04	4.937E-01	7.698E-04	2.237E-03	1.920E+00	2.461E-03	3.245E-04	9.052E-02	3.569E-04
2133	0	0	234.543	257.997	4.352E+00	6.523E+03	4.787E+00	6.657E-04	4.696E-01	7.323E-04	2.128E-03	1.826E+00	2.341E-03	3.086E-04	8.610E-02	3.395E-04
2134	0	0	234.543	257.997	4.139E+00	6.205E+03	4.553E+00	6.332E-04	4.467E-01	6.966E-04	2.024E-03	1.737E+00	2.226E-03	2.936E-04	8.190E-02	3.229E-04
2135	0	0	234.543	257.997	3.938E+00	5.902E+03	4.331E+00	6.024E-04	4.250E-01	6.626E-04	1.925E-03	1.653E+00	2.118E-03	2.793E-04	7.791E-02	3.072E-04
2136	0	0	234.543	257.997	3.746E+00	5.614E+03	4.120E+00	5.730E-04	4.042E-01	6.303E-04	1.831E-03	1.572E+00	2.015E-03	2.656E-04	7.411E-02	2.922E-04
2137	0	0	234.543	257.997	3.563E+00	5.340E+03	3.919E+00	5.450E-04	3.845E-01	5.995E-04	1.742E-03	1.495E+00	1.916E-03	2.527E-04	7.049E-02	2.780E-04
2138	0	0	234.543	257.997	3.389E+00	5.080E+03	3.728E+00	5.185E-04	3.658E-01	5.703E-04	1.657E-03	1.422E+00	1.823E-03	2.404E-04	6.706E-02	2.644E-04
2139	0	0	234.543	257.997	3.224E+00	4.832E+03	3.546E+00	4.932E-04	3.479E-01	5.425E-04	1.576E-03	1.353E+00	1.734E-03	2.286E-04	6.379E-02	2.515E-04
2140	0	0	234.543	257.997	3.067E+00	4.597E+03	3.373E+00	4.691E-04	3.310E-01	5.160E-04	1.499E-03	1.287E+00	1.649E-03	2.175E-04	6.067E-02	2.392E-04
2141	0	0	234.543	257.997	2.917E+00	4.372E+03	3.209E+00	4.462E-04	3.148E-01	4.909E-04	1.426E-03	1.224E+00	1.569E-03	2.069E-04	5.772E-02	2.276E-04
2142	0	0	234.543	257.997	2.775E+00	4.159E+03	3.052E+00	4.245E-04	2.995E-01	4.669E-04	1.357E-03	1.165E+00	1.492E-03	1.968E-04	5.490E-02	2.165E-04
2143	0	0	234.543	257.997	2.639E+00	3.956E+03	2.903E+00	4.038E-04	2.849E-01	4.442E-04	1.291E-03	1.108E+00	1.420E-03	1.872E-04	5.222E-02	2.059E-04
2144	0	0	234.543	257.997	2.511E+00	3.763E+03	2.762E+00	3.841E-04	2.710E-01	4.225E-04	1.228E-03	1.054E+00	1.350E-03	1.781E-04	4.968E-02	1.959E-04
2145	0	0	234.543	257.997	2.388E+00	3.580E+03	2.627E+00	3.654E-04	2.577E-01	4.019E-04	1.168E-03	1.002E+00	1.285E-03	1.694E-04	4.725E-02	1.863E-04
2146	0	0	234.543	257.997	2.272E+00	3.405E+03	2.499E+00	3.475E-04	2.452E-01	3.823E-04	1.111E-03	9.535E-01	1.222E-03	1.611E-04	4.495E-02	1.772E-04
2147	0	0	234.543	257.997	2.161E+00	3.239E+03	2.377E+00	3.306E-04	2.332E-01	3.636E-04	1.057E-03	9.070E-01	1.162E-03	1.533E-04	4.276E-02	1.686E-04







## Summary Report

**Landfill Name or Identifier:** Landfill Hole No-3

**Date:** May 4, 2023

### Description/Comments:

#### About LandGEM:

First-Order Decomposition Rate Equation:

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0.1}^1 kL_o \left( \frac{M_i}{10} \right) e^{-kt_{ij}}$$

Where,

$Q_{CH_4}$  = annual methane generation in the year of the calculation ( $m^3/year$ )

$i$  = 1-year time increment

$n$  = (year of the calculation) - (initial year of waste acceptance)

$j$  = 0.1-year time increment

$k$  = methane generation rate ( $year^{-1}$ )

$L_o$  = potential methane generation capacity ( $m^3/Mg$ )

$M_i$  = mass of waste accepted in the  $i^{th}$  year ( $Mg$ )

$t_{ij}$  = age of the  $j^{th}$  section of waste mass  $M_i$  accepted in the  $i^{th}$  year (*decimal years*, e.g., 3.2 years)

LandGEM is based on a first-order decomposition rate equation for quantifying emissions from the decomposition of landfilled waste in municipal solid waste (MSW) landfills. The software provides a relatively simple approach to estimating landfill gas emissions. Model defaults are based on empirical data from U.S. landfills. Field test data can also be used in place of model defaults when available. Further guidance on EPA test methods, Clean Air Act (CAA) regulations, and other guidance regarding landfill gas emissions and control technology requirements can be found at <http://www.epa.gov/ttnatw01/landfill/landflpg.html>.

LandGEM is considered a screening tool — the better the input data, the better the estimates. Often, there are limitations with the available data regarding waste quantity and composition, variation in design and operating practices over time, and changes occurring over time that impact the emissions potential. Changes to landfill operation, such as operating under wet conditions through leachate recirculation or other liquid additions, will result in generating more gas at a faster rate. Defaults for estimating emissions for this type of operation are being developed to include in LandGEM along with defaults for conventional landfills (no leachate or liquid additions) for developing emission inventories and determining CAA applicability. Refer to the Web site identified above for future updates.

**Input Review**

LANDFILL CHARACTERISTICS

Landfill Open Year **2019**  
 Landfill Closure Year (with 80-year limit) **2021**  
 Actual Closure Year (without limit) **2021**  
 Have Model Calculate Closure Year? **No**  
 Waste Design Capacity *megagrams*

MODEL PARAMETERS

Methane Generation Rate, k **0.050** *year<sup>-1</sup>*  
 Potential Methane Generation Capacity, L<sub>0</sub> **170** *m<sup>3</sup>/Mg*  
 NMOC Concentration **600** *ppmv as hexane*  
 Methane Content **50** *% by volume*

GASES / POLLUTANTS SELECTED

Gas / Pollutant #1: **Methane**  
 Gas / Pollutant #2: **Hydrogen sulfide**  
 Gas / Pollutant #3: **Carbon monoxide**  
 Gas / Pollutant #4: **Hexane - HAP/VOC**

WASTE ACCEPTANCE RATES

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2019	165,849	182,434	0	0
2020	184,836	203,320	165,849	182,434
2021	60,318	66,350	350,685	385,754
2022	0	0	411,003	452,104
2023	0	0	411,003	452,104
2024	0	0	411,003	452,104
2025	0	0	411,003	452,104
2026	0	0	411,003	452,104
2027	0	0	411,003	452,104
2028	0	0	411,003	452,104
2029	0	0	411,003	452,104
2030	0	0	411,003	452,104
2031	0	0	411,003	452,104
2032	0	0	411,003	452,104
2033	0	0	411,003	452,104
2034	0	0	411,003	452,104
2035	0	0	411,003	452,104
2036	0	0	411,003	452,104
2037	0	0	411,003	452,104
2038	0	0	411,003	452,104
2039	0	0	411,003	452,104
2040	0	0	411,003	452,104
2041	0	0	411,003	452,104
2042	0	0	411,003	452,104
2043	0	0	411,003	452,104
2044	0	0	411,003	452,104
2045	0	0	411,003	452,104
2046	0	0	411,003	452,104
2047	0	0	411,003	452,104
2048	0	0	411,003	452,104
2049	0	0	411,003	452,104
2050	0	0	411,003	452,104
2051	0	0	411,003	452,104
2052	0	0	411,003	452,104
2053	0	0	411,003	452,104
2054	0	0	411,003	452,104
2055	0	0	411,003	452,104
2056	0	0	411,003	452,104
2057	0	0	411,003	452,104
2058	0	0	411,003	452,104

## WASTE ACCEPTANCE RATES (Continued)

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place	
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)
2059	0	0	411,003	452,104
2060	0	0	411,003	452,104
2061	0	0	411,003	452,104
2062	0	0	411,003	452,104
2063	0	0	411,003	452,104
2064	0	0	411,003	452,104
2065	0	0	411,003	452,104
2066	0	0	411,003	452,104
2067	0	0	411,003	452,104
2068	0	0	411,003	452,104
2069	0	0	411,003	452,104
2070	0	0	411,003	452,104
2071	0	0	411,003	452,104
2072	0	0	411,003	452,104
2073	0	0	411,003	452,104
2074	0	0	411,003	452,104
2075	0	0	411,003	452,104
2076	0	0	411,003	452,104
2077	0	0	411,003	452,104
2078	0	0	411,003	452,104
2079	0	0	411,003	452,104
2080	0	0	411,003	452,104
2081	0	0	411,003	452,104
2082	0	0	411,003	452,104
2083	0	0	411,003	452,104
2084	0	0	411,003	452,104
2085	0	0	411,003	452,104
2086	0	0	411,003	452,104
2087	0	0	411,003	452,104
2088	0	0	411,003	452,104
2089	0	0	411,003	452,104
2090	0	0	411,003	452,104
2091	0	0	411,003	452,104
2092	0	0	411,003	452,104
2093	0	0	411,003	452,104
2094	0	0	411,003	452,104
2095	0	0	411,003	452,104
2096	0	0	411,003	452,104
2097	0	0	411,003	452,104
2098	0	0	411,003	452,104

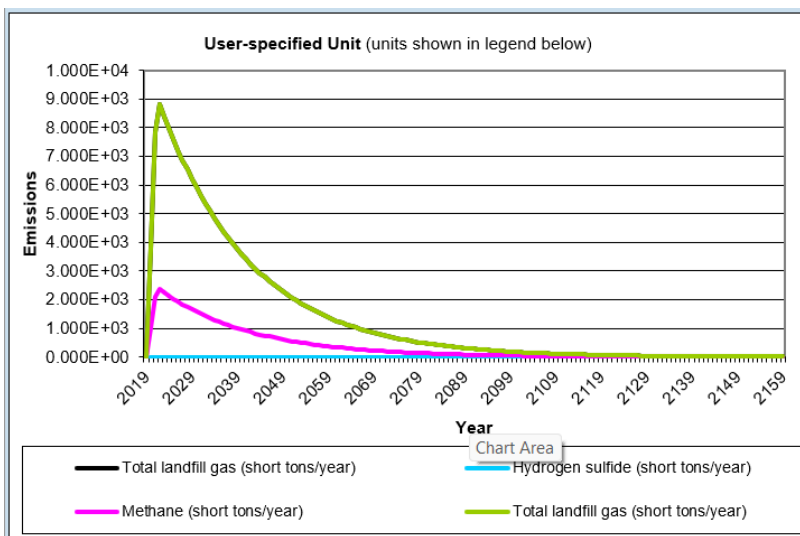
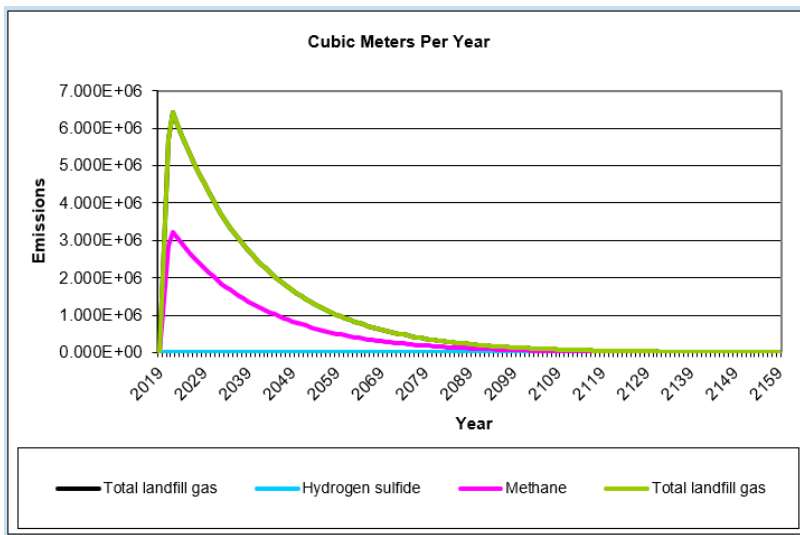
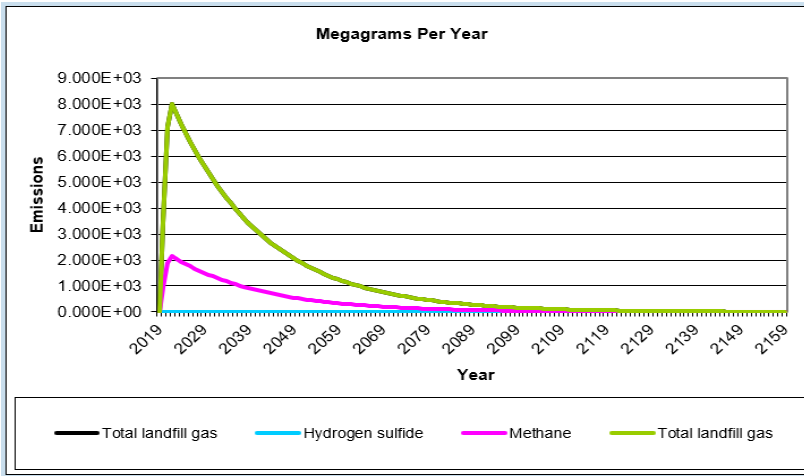


**Pollutant Parameters**

<b>Gas / Pollutant Default Parameters:</b>				<b>User-specified Pollutant Parameters:</b>	
	Compound	Concentration (ppmv)	Molecular Weight	Concentration (ppmv)	Molecular Weight
<b>Gases</b>	Total landfill gas		0.00		
	Methane		16.04		
	Carbon dioxide		44.01		
	NMOC	4,000	86.18		
<b>Pollutants</b>	1,1,1-Trichloroethane (methyl chloroform) - HAP	0.48	133.41		
	1,1,2,2- Tetrachloroethane - HAP/VOC	1.1	167.85		
	1,1-Dichloroethane (ethylidene dichloride) - HAP/VOC	2.4	98.97		
	1,1-Dichloroethene (vinylidene chloride) - HAP/VOC	0.20	96.94		
	1,2-Dichloroethane (ethylene dichloride) - HAP/VOC	0.41	98.96		
	1,2-Dichloropropane (propylene dichloride) - HAP/VOC	0.18	112.99		
	2-Propanol (isopropyl alcohol) - VOC	50	60.11		
	Acetone	7.0	58.08		
	Acrylonitrile - HAP/VOC	6.3	53.06		
	Benzene - No or Unknown Co-disposal - HAP/VOC	1.9	78.11		
	Benzene - Co-disposal - HAP/VOC	11	78.11		
	Bromodichloromethane - VOC	3.1	163.83		
	Butane - VOC	5.0	58.12		
	Carbon disulfide - HAP/VOC	0.58	76.13		
	Carbon monoxide	140	28.01		
	Carbon tetrachloride - HAP/VOC	4.0E-03	153.84		
	Carbonyl sulfide - HAP/VOC	0.49	60.07		
	Chlorobenzene - HAP/VOC	0.25	112.56		
	Chlorodifluoromethane	1.3	86.47		
	Chloroethane (ethyl chloride) - HAP/VOC	1.3	64.52		
	Chloroform - HAP/VOC	0.03	119.39		
	Chloromethane - VOC	1.2	50.49		
	Dichlorobenzene - (HAP for para isomer/VOC)	0.21	147		
	Dichlorodifluoromethane	16	120.91		
	Dichlorofluoromethane - VOC	2.6	102.92		
	Dichloromethane (methylene chloride) - HAP	14	84.94		
	Dimethyl sulfide (methyl sulfide) - VOC	7.8	62.13		
	Ethane	890	30.07		
	Ethanol - VOC	27	46.08		



**Graphs**



## Results

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2019	0	0	0	0	0	0
2020	9.197E+02	1.378E+06	1.012E+03	1.407E-01	9.925E+01	1.548E-01
2021	1.900E+03	2.848E+06	2.090E+03	2.906E-01	2.050E+02	3.197E-01
2022	2.142E+03	3.210E+06	2.356E+03	3.276E-01	2.311E+02	3.604E-01
2023	2.037E+03	3.053E+06	2.241E+03	3.116E-01	2.199E+02	3.428E-01
2024	1.938E+03	2.905E+06	2.132E+03	2.964E-01	2.091E+02	3.261E-01
2025	1.843E+03	2.763E+06	2.028E+03	2.820E-01	1.989E+02	3.102E-01
2026	1.753E+03	2.628E+06	1.929E+03	2.682E-01	1.892E+02	2.950E-01
2027	1.668E+03	2.500E+06	1.835E+03	2.551E-01	1.800E+02	2.807E-01
2028	1.587E+03	2.378E+06	1.745E+03	2.427E-01	1.712E+02	2.670E-01
2029	1.509E+03	2.262E+06	1.660E+03	2.309E-01	1.629E+02	2.540E-01
2030	1.436E+03	2.152E+06	1.579E+03	2.196E-01	1.549E+02	2.416E-01
2031	1.366E+03	2.047E+06	1.502E+03	2.089E-01	1.474E+02	2.298E-01
2032	1.299E+03	1.947E+06	1.429E+03	1.987E-01	1.402E+02	2.186E-01
2033	1.236E+03	1.852E+06	1.359E+03	1.890E-01	1.333E+02	2.079E-01
2034	1.175E+03	1.762E+06	1.293E+03	1.798E-01	1.268E+02	1.978E-01
2035	1.118E+03	1.676E+06	1.230E+03	1.710E-01	1.207E+02	1.881E-01
2036	1.063E+03	1.594E+06	1.170E+03	1.627E-01	1.148E+02	1.790E-01
2037	1.012E+03	1.516E+06	1.113E+03	1.548E-01	1.092E+02	1.702E-01
2038	9.623E+02	1.442E+06	1.058E+03	1.472E-01	1.039E+02	1.619E-01
2039	9.153E+02	1.372E+06	1.007E+03	1.400E-01	9.879E+01	1.540E-01
2040	8.707E+02	1.305E+06	9.578E+02	1.332E-01	9.397E+01	1.465E-01
2041	8.282E+02	1.241E+06	9.111E+02	1.267E-01	8.938E+01	1.394E-01
2042	7.878E+02	1.181E+06	8.666E+02	1.205E-01	8.503E+01	1.326E-01
2043	7.494E+02	1.123E+06	8.244E+02	1.146E-01	8.088E+01	1.261E-01
2044	7.129E+02	1.069E+06	7.842E+02	1.091E-01	7.693E+01	1.200E-01
2045	6.781E+02	1.016E+06	7.459E+02	1.037E-01	7.318E+01	1.141E-01
2046	6.450E+02	9.668E+05	7.095E+02	9.868E-02	6.961E+01	1.085E-01
2047	6.136E+02	9.197E+05	6.749E+02	9.386E-02	6.622E+01	1.032E-01
2048	5.836E+02	8.748E+05	6.420E+02	8.928E-02	6.299E+01	9.821E-02
2049	5.552E+02	8.322E+05	6.107E+02	8.493E-02	5.992E+01	9.342E-02
2050	5.281E+02	7.916E+05	5.809E+02	8.079E-02	5.699E+01	8.887E-02
2051	5.024E+02	7.530E+05	5.526E+02	7.685E-02	5.421E+01	8.453E-02
2052	4.779E+02	7.163E+05	5.256E+02	7.310E-02	5.157E+01	8.041E-02
2053	4.545E+02	6.813E+05	5.000E+02	6.954E-02	4.906E+01	7.649E-02
2054	4.324E+02	6.481E+05	4.756E+02	6.614E-02	4.666E+01	7.276E-02
2055	4.113E+02	6.165E+05	4.524E+02	6.292E-02	4.439E+01	6.921E-02
2056	3.912E+02	5.864E+05	4.304E+02	5.985E-02	4.222E+01	6.583E-02
2057	3.722E+02	5.578E+05	4.094E+02	5.693E-02	4.016E+01	6.262E-02
2058	3.540E+02	5.306E+05	3.894E+02	5.415E-02	3.820E+01	5.957E-02
2059	3.367E+02	5.047E+05	3.704E+02	5.151E-02	3.634E+01	5.666E-02
2060	3.203E+02	4.801E+05	3.523E+02	4.900E-02	3.457E+01	5.390E-02
2061	3.047E+02	4.567E+05	3.352E+02	4.661E-02	3.288E+01	5.127E-02
2062	2.898E+02	4.344E+05	3.188E+02	4.434E-02	3.128E+01	4.877E-02
2063	2.757E+02	4.132E+05	3.033E+02	4.218E-02	2.975E+01	4.639E-02
2064	2.622E+02	3.931E+05	2.885E+02	4.012E-02	2.830E+01	4.413E-02
2065	2.495E+02	3.739E+05	2.744E+02	3.816E-02	2.692E+01	4.198E-02
2066	2.373E+02	3.557E+05	2.610E+02	3.630E-02	2.561E+01	3.993E-02
2067	2.257E+02	3.383E+05	2.483E+02	3.453E-02	2.436E+01	3.798E-02
2068	2.147E+02	3.218E+05	2.362E+02	3.285E-02	2.317E+01	3.613E-02

**Results (Continued)**

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2069	2.042E+02	3.061E+05	2.247E+02	3.124E-02	2.204E+01	3.437E-02
2070	1.943E+02	2.912E+05	2.137E+02	2.972E-02	2.097E+01	3.269E-02
2071	1.848E+02	2.770E+05	2.033E+02	2.827E-02	1.994E+01	3.110E-02
2072	1.758E+02	2.635E+05	1.934E+02	2.689E-02	1.897E+01	2.958E-02
2073	1.672E+02	2.506E+05	1.839E+02	2.558E-02	1.805E+01	2.814E-02
2074	1.591E+02	2.384E+05	1.750E+02	2.433E-02	1.717E+01	2.677E-02
2075	1.513E+02	2.268E+05	1.664E+02	2.315E-02	1.633E+01	2.546E-02
2076	1.439E+02	2.157E+05	1.583E+02	2.202E-02	1.553E+01	2.422E-02
2077	1.369E+02	2.052E+05	1.506E+02	2.094E-02	1.478E+01	2.304E-02
2078	1.302E+02	1.952E+05	1.433E+02	1.992E-02	1.405E+01	2.191E-02
2079	1.239E+02	1.857E+05	1.363E+02	1.895E-02	1.337E+01	2.085E-02
2080	1.178E+02	1.766E+05	1.296E+02	1.803E-02	1.272E+01	1.983E-02
2081	1.121E+02	1.680E+05	1.233E+02	1.715E-02	1.210E+01	1.886E-02
2082	1.066E+02	1.598E+05	1.173E+02	1.631E-02	1.151E+01	1.794E-02
2083	1.014E+02	1.520E+05	1.116E+02	1.552E-02	1.095E+01	1.707E-02
2084	9.648E+01	1.446E+05	1.061E+02	1.476E-02	1.041E+01	1.623E-02
2085	9.177E+01	1.376E+05	1.009E+02	1.404E-02	9.904E+00	1.544E-02
2086	8.730E+01	1.308E+05	9.602E+01	1.335E-02	9.421E+00	1.469E-02
2087	8.304E+01	1.245E+05	9.134E+01	1.270E-02	8.962E+00	1.397E-02
2088	7.899E+01	1.184E+05	8.689E+01	1.208E-02	8.525E+00	1.329E-02
2089	7.514E+01	1.126E+05	8.265E+01	1.149E-02	8.109E+00	1.264E-02
2090	7.147E+01	1.071E+05	7.862E+01	1.093E-02	7.713E+00	1.203E-02
2091	6.799E+01	1.019E+05	7.478E+01	1.040E-02	7.337E+00	1.144E-02
2092	6.467E+01	9.693E+04	7.114E+01	9.893E-03	6.979E+00	1.088E-02
2093	6.152E+01	9.221E+04	6.767E+01	9.411E-03	6.639E+00	1.035E-02
2094	5.852E+01	8.771E+04	6.437E+01	8.952E-03	6.315E+00	9.847E-03
2095	5.566E+01	8.343E+04	6.123E+01	8.515E-03	6.007E+00	9.367E-03
2096	5.295E+01	7.936E+04	5.824E+01	8.100E-03	5.714E+00	8.910E-03
2097	5.037E+01	7.549E+04	5.540E+01	7.705E-03	5.435E+00	8.475E-03
2098	4.791E+01	7.181E+04	5.270E+01	7.329E-03	5.170E+00	8.062E-03
2099	4.557E+01	6.831E+04	5.013E+01	6.972E-03	4.918E+00	7.669E-03
2100	4.335E+01	6.498E+04	4.768E+01	6.632E-03	4.678E+00	7.295E-03
2101	4.124E+01	6.181E+04	4.536E+01	6.308E-03	4.450E+00	6.939E-03
2102	3.922E+01	5.879E+04	4.315E+01	6.000E-03	4.233E+00	6.600E-03
2103	3.731E+01	5.593E+04	4.104E+01	5.708E-03	4.027E+00	6.279E-03
2104	3.549E+01	5.320E+04	3.904E+01	5.429E-03	3.830E+00	5.972E-03
2105	3.376E+01	5.060E+04	3.714E+01	5.165E-03	3.644E+00	5.681E-03
2106	3.211E+01	4.814E+04	3.533E+01	4.913E-03	3.466E+00	5.404E-03
2107	3.055E+01	4.579E+04	3.360E+01	4.673E-03	3.297E+00	5.140E-03
2108	2.906E+01	4.356E+04	3.196E+01	4.445E-03	3.136E+00	4.890E-03
2109	2.764E+01	4.143E+04	3.041E+01	4.228E-03	2.983E+00	4.651E-03
2110	2.629E+01	3.941E+04	2.892E+01	4.022E-03	2.838E+00	4.424E-03
2111	2.501E+01	3.749E+04	2.751E+01	3.826E-03	2.699E+00	4.209E-03
2112	2.379E+01	3.566E+04	2.617E+01	3.639E-03	2.568E+00	4.003E-03
2113	2.263E+01	3.392E+04	2.489E+01	3.462E-03	2.442E+00	3.808E-03
2114	2.153E+01	3.227E+04	2.368E+01	3.293E-03	2.323E+00	3.622E-03
2115	2.048E+01	3.069E+04	2.252E+01	3.133E-03	2.210E+00	3.446E-03
2116	1.948E+01	2.920E+04	2.143E+01	2.980E-03	2.102E+00	3.278E-03
2117	1.853E+01	2.777E+04	2.038E+01	2.834E-03	2.000E+00	3.118E-03
2118	1.762E+01	2.642E+04	1.939E+01	2.696E-03	1.902E+00	2.966E-03
2119	1.677E+01	2.513E+04	1.844E+01	2.565E-03	1.809E+00	2.821E-03

**Results (Continued)**

Year	Methane			Hydrogen sulfide		
	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2120	1.595E+01	2.390E+04	1.754E+01	2.440E-03	1.721E+00	2.684E-03
2121	1.517E+01	2.274E+04	1.669E+01	2.321E-03	1.637E+00	2.553E-03
2122	1.443E+01	2.163E+04	1.587E+01	2.207E-03	1.557E+00	2.428E-03
2123	1.373E+01	2.057E+04	1.510E+01	2.100E-03	1.481E+00	2.310E-03
2124	1.306E+01	1.957E+04	1.436E+01	1.997E-03	1.409E+00	2.197E-03
2125	1.242E+01	1.862E+04	1.366E+01	1.900E-03	1.340E+00	2.090E-03
2126	1.181E+01	1.771E+04	1.300E+01	1.807E-03	1.275E+00	1.988E-03
2127	1.124E+01	1.684E+04	1.236E+01	1.719E-03	1.213E+00	1.891E-03
2128	1.069E+01	1.602E+04	1.176E+01	1.635E-03	1.154E+00	1.799E-03
2129	1.017E+01	1.524E+04	1.119E+01	1.556E-03	1.097E+00	1.711E-03
2130	9.673E+00	1.450E+04	1.064E+01	1.480E-03	1.044E+00	1.628E-03
2131	9.201E+00	1.379E+04	1.012E+01	1.408E-03	9.930E-01	1.548E-03
2132	8.752E+00	1.312E+04	9.627E+00	1.339E-03	9.445E-01	1.473E-03
2133	8.325E+00	1.248E+04	9.158E+00	1.274E-03	8.985E-01	1.401E-03
2134	7.919E+00	1.187E+04	8.711E+00	1.211E-03	8.547E-01	1.333E-03
2135	7.533E+00	1.129E+04	8.286E+00	1.152E-03	8.130E-01	1.268E-03
2136	7.166E+00	1.074E+04	7.882E+00	1.096E-03	7.733E-01	1.206E-03
2137	6.816E+00	1.022E+04	7.498E+00	1.043E-03	7.356E-01	1.147E-03
2138	6.484E+00	9.719E+03	7.132E+00	9.919E-04	6.997E-01	1.091E-03
2139	6.168E+00	9.245E+03	6.784E+00	9.435E-04	6.656E-01	1.038E-03
2140	5.867E+00	8.794E+03	6.453E+00	8.975E-04	6.331E-01	9.872E-04
2141	5.581E+00	8.365E+03	6.139E+00	8.537E-04	6.023E-01	9.391E-04
2142	5.308E+00	7.957E+03	5.839E+00	8.121E-04	5.729E-01	8.933E-04
2143	5.050E+00	7.569E+03	5.554E+00	7.725E-04	5.450E-01	8.497E-04
2144	4.803E+00	7.200E+03	5.284E+00	7.348E-04	5.184E-01	8.083E-04
2145	4.569E+00	6.849E+03	5.026E+00	6.990E-04	4.931E-01	7.689E-04
2146	4.346E+00	6.515E+03	4.781E+00	6.649E-04	4.690E-01	7.314E-04
2147	4.134E+00	6.197E+03	4.548E+00	6.324E-04	4.462E-01	6.957E-04
2148	3.933E+00	5.895E+03	4.326E+00	6.016E-04	4.244E-01	6.618E-04
2149	3.741E+00	5.607E+03	4.115E+00	5.723E-04	4.037E-01	6.295E-04
2150	3.558E+00	5.334E+03	3.914E+00	5.443E-04	3.840E-01	5.988E-04
2151	3.385E+00	5.074E+03	3.723E+00	5.178E-04	3.653E-01	5.696E-04
2152	3.220E+00	4.826E+03	3.542E+00	4.925E-04	3.475E-01	5.418E-04
2153	3.063E+00	4.591E+03	3.369E+00	4.685E-04	3.305E-01	5.154E-04
2154	2.913E+00	4.367E+03	3.205E+00	4.457E-04	3.144E-01	4.902E-04
2155	2.771E+00	4.154E+03	3.048E+00	4.239E-04	2.991E-01	4.663E-04
2156	2.636E+00	3.951E+03	2.900E+00	4.033E-04	2.845E-01	4.436E-04
2157	2.508E+00	3.759E+03	2.758E+00	3.836E-04	2.706E-01	4.220E-04
2158	2.385E+00	3.575E+03	2.624E+00	3.649E-04	2.574E-01	4.014E-04
2159	2.269E+00	3.401E+03	2.496E+00	3.471E-04	2.449E-01	3.818E-04

RESULTS

Landfill Name or Identifier: Landfill Hole No-3

Closure Year (with 80-year limit) = 2023  
 Methane = 50 % by volume

Please choose a third unit of measure to represent all of the emission rates below.

User-specified Unit: short tons/year

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place		Methane		Hydrogen sulfide		Carbon monoxide		Hexane - HAP/VOC				
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)			
2019	185,349	182,434	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
2020	184,836	203,320	165,849	182,434	9.197E+02	1.378E+06	1.407E+01	9.925E+01	1.548E-01	4.497E-01	3.860E+02	4.946E-01	6.522E-02	1.820E+01	7.175E-02
2021	60,318	66,350	350,685	385,754	1.900E+03	2.848E+06	2.906E-01	2.050E+02	3.197E-01	9.289E-01	7.973E+02	1.022E+00	1.347E-01	3.759E+01	1.482E-01
2022	0	0	411,003	452,104	2.142E+03	3.210E+06	2.356E+03	3.276E-01	2.311E+02	3.604E-01	1.047E+00	8.988E+02	1.519E-01	4.237E+01	1.671E-01
2023	0	0	411,003	452,104	2.037E+03	3.053E+06	2.241E+03	3.116E-01	2.199E+02	3.428E-01	9.961E-01	8.550E+02	1.096E+00	1.445E-01	1.589E-01
2024	0	0	411,003	452,104	1.938E+03	2.905E+06	2.132E+03	2.964E-01	2.091E+02	3.261E-01	9.475E-01	8.133E+02	1.042E+00	1.374E-01	1.512E-01
2025	0	0	411,003	452,104	1.843E+03	2.763E+06	2.028E+03	2.820E-01	1.989E+02	3.102E-01	9.013E-01	7.736E+02	9.914E-01	1.307E-01	1.438E-01
2026	0	0	411,003	452,104	1.753E+03	2.628E+06	1.929E+03	2.682E-01	1.892E+02	2.950E-01	8.575E-01	7.359E+02	9.430E-01	1.244E-01	1.368E-01
2027	0	0	411,003	452,104	1.668E+03	2.500E+06	1.835E+03	2.551E-01	1.800E+02	2.807E-01	8.155E-01	7.000E+02	8.971E-01	1.183E-01	1.301E-01
2028	0	0	411,003	452,104	1.587E+03	2.378E+06	1.745E+03	2.427E-01	1.712E+02	2.670E-01	7.757E-01	6.659E+02	8.533E-01	1.125E-01	1.239E-01
2029	0	0	411,003	452,104	1.509E+03	2.262E+06	1.660E+03	2.309E-01	1.629E+02	2.540E-01	7.379E-01	6.334E+02	8.117E-01	1.070E-01	1.177E-01
2030	0	0	411,003	452,104	1.436E+03	2.152E+06	1.579E+03	2.196E-01	1.549E+02	2.416E-01	7.019E-01	6.025E+02	7.721E-01	1.018E-01	1.120E-01
2031	0	0	411,003	452,104	1.366E+03	2.047E+06	1.502E+03	2.089E-01	1.474E+02	2.298E-01	6.677E-01	5.731E+02	7.344E-01	9.684E-02	1.065E-01
2032	0	0	411,003	452,104	1.299E+03	1.947E+06	1.429E+03	1.987E-01	1.402E+02	2.188E-01	6.351E-01	5.452E+02	6.986E-01	9.212E-02	1.013E-01
2033	0	0	411,003	452,104	1.236E+03	1.852E+06	1.359E+03	1.890E-01	1.333E+02	2.079E-01	6.041E-01	5.186E+02	6.646E-01	8.763E-02	9.639E-02
2034	0	0	411,003	452,104	1.175E+03	1.762E+06	1.293E+03	1.798E-01	1.268E+02	1.978E-01	5.747E-01	4.933E+02	6.321E-01	8.336E-02	9.169E-02
2035	0	0	411,003	452,104	1.118E+03	1.676E+06	1.230E+03	1.710E-01	1.207E+02	1.881E-01	5.466E-01	4.692E+02	6.013E-01	7.929E-02	8.722E-02
2036	0	0	411,003	452,104	1.063E+03	1.594E+06	1.170E+03	1.627E-01	1.148E+02	1.790E-01	5.200E-01	4.463E+02	5.720E-01	7.542E-02	8.297E-02
2037	0	0	411,003	452,104	1.012E+03	1.516E+06	1.113E+03	1.548E-01	1.092E+02	1.702E-01	4.948E-01	4.246E+02	5.441E-01	7.174E-02	7.892E-02
2038	0	0	411,003	452,104	9.623E+02	1.442E+06	1.058E+03	1.472E-01	1.039E+02	1.619E-01	4.705E-01	4.039E+02	5.176E-01	6.825E-02	7.507E-02
2039	0	0	411,003	452,104	9.153E+02	1.372E+06	1.007E+03	1.400E-01	9.879E+01	1.540E-01	4.476E-01	3.842E+02	4.923E-01	6.492E-02	7.141E-02
2040	0	0	411,003	452,104	8.707E+02	1.305E+06	9.578E+02	1.332E-01	9.397E+01	1.465E-01	4.257E-01	3.654E+02	4.683E-01	6.175E-02	6.793E-02
2041	0	0	411,003	452,104	8.282E+02	1.241E+06	9.111E+02	1.267E-01	8.938E+01	1.394E-01	4.050E-01	3.476E+02	4.455E-01	5.874E-02	6.461E-02
2042	0	0	411,003	452,104	7.878E+02	1.181E+06	8.668E+02	1.205E-01	8.503E+01	1.326E-01	3.852E-01	3.307E+02	4.237E-01	5.587E-02	6.146E-02
2043	0	0	411,003	452,104	7.494E+02	1.123E+06	8.244E+02	1.146E-01	8.088E+01	1.261E-01	3.664E-01	3.145E+02	4.031E-01	5.315E-02	5.846E-02
2044	0	0	411,003	452,104	7.129E+02	1.069E+06	7.842E+02	1.091E-01	7.693E+01	1.200E-01	3.486E-01	2.992E+02	3.834E-01	5.056E-02	5.561E-02
2045	0	0	411,003	452,104	6.781E+02	1.016E+06	7.459E+02	1.037E-01	7.318E+01	1.141E-01	3.316E-01	2.846E+02	3.647E-01	4.809E-02	5.290E-02
2046	0	0	411,003	452,104	6.450E+02	9.668E+05	7.095E+02	9.868E-02	6.961E+01	1.085E-01	3.154E-01	2.707E+02	3.469E-01	4.575E-02	5.032E-02
2047	0	0	411,003	452,104	6.136E+02	9.197E+05	6.749E+02	9.386E-02	6.622E+01	1.032E-01	3.000E-01	2.575E+02	3.300E-01	4.352E-02	4.787E-02
2048	0	0	411,003	452,104	5.836E+02	8.748E+05	6.420E+02	8.928E-02	6.299E+01	9.821E-02	2.854E-01	2.450E+02	3.139E-01	4.139E-02	4.553E-02
2049	0	0	411,003	452,104	5.552E+02	8.322E+05	6.107E+02	8.493E-02	5.992E+01	9.342E-02	2.715E-01	2.330E+02	2.986E-01	3.937E-02	4.331E-02
2050	0	0	411,003	452,104	5.281E+02	7.916E+05	5.809E+02	8.079E-02	5.699E+01	8.887E-02	2.582E-01	2.216E+02	2.840E-01	3.745E-02	4.120E-02
2051	0	0	411,003	452,104	5.024E+02	7.530E+05	5.526E+02	7.685E-02	5.421E+01	8.453E-02	2.456E-01	2.108E+02	2.702E-01	3.563E-02	3.919E-02
2052	0	0	411,003	452,104	4.779E+02	7.163E+05	5.256E+02	7.310E-02	5.157E+01	8.041E-02	2.336E-01	2.006E+02	2.570E-01	3.398E-02	3.728E-02
2053	0	0	411,003	452,104	4.545E+02	6.813E+05	5.000E+02	6.954E-02	4.906E+01	7.649E-02	2.223E-01	1.908E+02	2.445E-01	3.224E-02	3.546E-02
2054	0	0	411,003	452,104	4.324E+02	6.481E+05	4.756E+02	6.614E-02	4.666E+01	7.276E-02	2.114E-01	1.815E+02	2.326E-01	3.066E-02	3.373E-02
2055	0	0	411,003	452,104	4.113E+02	6.165E+05	4.524E+02	6.292E-02	4.439E+01	6.921E-02	2.011E-01	1.726E+02	2.212E-01	2.917E-02	3.209E-02
2056	0	0	411,003	452,104	3.912E+02	5.864E+05	4.304E+02	5.985E-02	4.222E+01	6.583E-02	1.913E-01	1.642E+02	2.104E-01	2.775E-02	3.052E-02
2057	0	0	411,003	452,104	3.722E+02	5.578E+05	4.094E+02	5.693E-02	4.016E+01	6.262E-02	1.820E-01	1.562E+02	2.002E-01	2.639E-02	2.903E-02
2058	0	0	411,003	452,104	3.540E+02	5.306E+05	3.894E+02	5.415E-02	3.820E+01	5.957E-02	1.731E-01	1.486E+02	1.904E-01	2.511E-02	2.762E-02
2059	0	0	411,003	452,104	3.367E+02	5.047E+05	3.704E+02	5.151E-02	3.634E+01	5.666E-02	1.646E-01	1.413E+02	1.811E-01	2.386E-02	2.627E-02
2060	0	0	411,003	452,104	3.203E+02	4.801E+05	3.523E+02	4.900E-02	3.457E+01	5.390E-02	1.566E-01	1.344E+02	1.723E-01	2.272E-02	2.499E-02
2061	0	0	411,003	452,104	3.047E+02	4.567E+05	3.352E+02	4.661E-02	3.288E+01	5.127E-02	1.490E-01	1.279E+02	1.639E-01	2.179E-02	2.377E-02
2062	0	0	411,003	452,104	2.898E+02	4.344E+05	3.188E+02	4.434E-02	3.128E+01	4.877E-02	1.417E-01	1.216E+02	1.559E-01	2.056E-02	2.261E-02
2063	0	0	411,003	452,104	2.757E+02	4.132E+05	3.033E+02	4.218E-02	2.975E+01	4.639E-02	1.348E-01	1.157E+02	1.483E-01	1.955E-02	2.151E-02
2064	0	0	411,003	452,104	2.622E+02	3.931E+05	2.885E+02	4.012E-02	2.830E+01	4.413E-02	1.282E-01	1.101E+02	1.411E-01	1.860E-02	2.046E-02
2065	0	0	411,003	452,104	2.495E+02	3.739E+05	2.744E+02	3.816E-02	2.692E+01	4.198E-02	1.220E-01	1.047E+02	1.342E-01	1.769E-02	1.946E-02
2066	0	0	411,003	452,104	2.373E+02	3.557E+05	2.610E+02	3.630E-02	2.561E+01	3.993E-02	1.160E-01	9.959E+01	1.276E-01	1.683E-02	1.851E-02
2067	0	0	411,003	452,104	2.257E+02	3.383E+05	2.483E+02	3.453E-02	2.436E+01	3.798E-02	1.104E-01	9.473E+01	1.214E-01	1.601E-02	1.761E-02
2068	0	0	411,003	452,104	2.147E+02	3.218E+05	2.362E+02	3.285E-02	2.317E+01	3.613E-02	1.050E-01	9.011E+01	1.155E-01	1.523E-02	1.675E-02
2069	0	0	411,003	452,104	2.042E+02	3.061E+05	2.247E+02	3.124E-02	2.204E+01	3.437E-02	9.986E-02	8.572E+01	1.099E-01	1.448E-02	1.593E-02
2070	0	0	411,003	452,104	1.943E+02	2.912E+05	2.137E+02	2.972E-02	2.097E+01	3.269E-02	9.499E-02	8.154E+01	1.045E-01	1.378E-02	1.516E-02
2071	0	0	411,003	452,104	1.848E+02	2.770E+05	2.033E+02	2.827E-02	1.994E+01	3.110E-02	9.036E-02	7.756E+01	9.940E-02	1.311E-02	1.442E-02
2072	0	0	411,003	452,104	1.758E+02	2.635E+05	1.934E+02	2.689E-02	1.897E+01	2.958E-02	8.595E-02	7.378E+01	9.455E-02	1.247E-02	1.371E-02
2073	0	0	411,003	452,104	1.672E+02	2.506E+05	1.839E+02	2.558E-02	1.805E+01	2.814E-02	8.176E-02	7.018E+01	8.994E-02	1.186E-02	1.305E-02
2074	0	0	411,003	452,104	1.591E+02	2.384E+05	1.750E+02	2.433E-02	1.717E+01	2.677E-02	7.777E-02	6.676E+01	8.555E-02	1.128E-02	1.241E-02
2075	0	0	411,003	452,104	1.513E+02	2.268E+05	1.664E+02	2.315E-02	1.633E+01	2.546E-02	7.398E-02	6.350E+01	8.138E-02	1.073E-02	1.180E-02
2076	0	0	411,003	452,104	1.439E+02	2.157E+05	1.583E+02	2.202E-02	1.553E+01	2.422E-02	7.037E-02	6.041E+01	7.741E-02	1.021E-02	1.123E-02
2077	0	0	411,003	452,											

RESULTS

Landfill Name or Identifier: Landfill Hole No-3

Closure Year (with 80-year limit) = 2023  
 Methane = 50 % by volume

Please choose a third unit of measure to represent all of the emission rates below.

User-specified Unit:

Year	Waste Accepted		Waste-In-Place		Methane			Hydrogen sulfide			Carbon monoxide			Hexane - HAP/VOC		
	(Mg/year)	(short tons/year)	(Mg)	(short tons)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)	(Mg/year)	(m <sup>3</sup> /year)	(short tons/year)
2035	0	0	411.003	452.104	5.588E+01	8.343E+04	6.123E+01	8.515E-03	6.007E+00	9.387E-03	2.722E-02	2.336E+01	2.394E-02	3.348E-03	1.101E+00	4.342E-03
2036	0	0	411.003	452.104	5.295E+01	7.936E+04	5.824E+01	8.100E-03	5.714E+00	8.910E-03	2.589E-02	2.222E+01	2.848E-02	2.589E-03	1.048E+00	4.131E-03
2037	0	0	411.003	452.104	5.037E+01	7.549E+04	5.540E+01	7.705E-03	5.435E+00	8.475E-03	2.463E-02	2.114E+01	2.709E-02	3.572E-03	9.955E-01	3.929E-03
2038	0	0	411.003	452.104	4.791E+01	7.181E+04	5.270E+01	7.329E-03	5.170E+00	8.062E-03	2.343E-02	2.011E+01	2.577E-02	3.368E-03	9.479E-01	3.738E-03
2039	0	0	411.003	452.104	4.557E+01	6.831E+04	5.013E+01	6.972E-03	4.918E+00	7.669E-03	2.228E-02	1.913E+01	2.451E-02	3.232E-03	9.077E-01	3.555E-03
2100	0	0	411.003	452.104	4.335E+01	6.498E+04	4.768E+01	6.632E-03	4.678E+00	7.295E-03	2.120E-02	1.819E+01	2.332E-02	3.074E-03	8.577E-01	3.382E-03
2101	0	0	411.003	452.104	4.124E+01	6.181E+04	4.536E+01	6.308E-03	4.450E+00	6.939E-03	2.016E-02	1.731E+01	2.218E-02	2.924E-03	8.159E-01	3.217E-03
2102	0	0	411.003	452.104	3.922E+01	5.879E+04	4.315E+01	6.000E-03	4.233E+00	6.600E-03	1.918E-02	1.646E+01	2.110E-02	2.782E-03	7.761E-01	3.060E-03
2103	0	0	411.003	452.104	3.731E+01	5.593E+04	4.104E+01	5.708E-03	4.027E+00	6.279E-03	1.824E-02	1.566E+01	2.007E-02	2.646E-03	7.382E-01	2.911E-03
2104	0	0	411.003	452.104	3.549E+01	5.320E+04	3.904E+01	5.429E-03	3.830E+00	5.972E-03	1.735E-02	1.490E+01	1.909E-02	2.517E-03	7.022E-01	2.769E-03
2105	0	0	411.003	452.104	3.376E+01	5.060E+04	3.714E+01	5.165E-03	3.644E+00	5.681E-03	1.651E-02	1.417E+01	1.816E-02	2.394E-03	6.680E-01	2.634E-03
2106	0	0	411.003	452.104	3.211E+01	4.814E+04	3.533E+01	4.913E-03	3.466E+00	5.404E-03	1.570E-02	1.348E+01	1.727E-02	2.278E-03	6.354E-01	2.505E-03
2107	0	0	411.003	452.104	3.055E+01	4.579E+04	3.360E+01	4.673E-03	3.297E+00	5.140E-03	1.494E-02	1.282E+01	1.643E-02	2.169E-03	6.044E-01	2.383E-03
2108	0	0	411.003	452.104	2.906E+01	4.356E+04	3.196E+01	4.445E-03	3.136E+00	4.890E-03	1.421E-02	1.220E+01	1.563E-02	2.061E-03	5.749E-01	2.267E-03
2109	0	0	411.003	452.104	2.764E+01	4.143E+04	3.041E+01	4.228E-03	2.983E+00	4.651E-03	1.352E-02	1.160E+01	1.487E-02	1.960E-03	5.469E-01	2.159E-03
2110	0	0	411.003	452.104	2.629E+01	3.941E+04	2.892E+01	4.022E-03	2.838E+00	4.424E-03	1.286E-02	1.104E+01	1.414E-02	1.865E-03	5.202E-01	2.051E-03
2111	0	0	411.003	452.104	2.501E+01	3.749E+04	2.751E+01	3.826E-03	2.699E+00	4.209E-03	1.223E-02	1.050E+01	1.345E-02	1.774E-03	4.949E-01	1.951E-03
2112	0	0	411.003	452.104	2.379E+01	3.566E+04	2.617E+01	3.639E-03	2.568E+00	4.003E-03	1.163E-02	9.985E+00	1.280E-02	1.687E-03	4.707E-01	1.856E-03
2113	0	0	411.003	452.104	2.263E+01	3.392E+04	2.489E+01	3.462E-03	2.442E+00	3.808E-03	1.107E-02	9.498E+00	1.217E-02	1.605E-03	4.478E-01	1.765E-03
2114	0	0	411.003	452.104	2.153E+01	3.227E+04	2.368E+01	3.293E-03	2.323E+00	3.622E-03	1.053E-02	9.035E+00	1.158E-02	1.527E-03	4.259E-01	1.679E-03
2115	0	0	411.003	452.104	2.048E+01	3.069E+04	2.252E+01	3.133E-03	2.210E+00	3.446E-03	1.001E-02	8.594E+00	1.101E-02	1.452E-03	4.051E-01	1.597E-03
2116	0	0	411.003	452.104	1.948E+01	2.920E+04	2.143E+01	2.980E-03	2.102E+00	3.278E-03	9.524E-03	8.175E+00	1.048E-02	1.381E-03	3.854E-01	1.520E-03
2117	0	0	411.003	452.104	1.853E+01	2.777E+04	2.038E+01	2.834E-03	2.000E+00	3.118E-03	9.059E-03	7.776E+00	9.965E-03	1.314E-03	3.666E-01	1.445E-03
2118	0	0	411.003	452.104	1.762E+01	2.642E+04	1.939E+01	2.696E-03	1.902E+00	2.966E-03	8.618E-03	7.397E+00	9.479E-03	1.250E-03	3.487E-01	1.375E-03
2119	0	0	411.003	452.104	1.677E+01	2.513E+04	1.844E+01	2.565E-03	1.809E+00	2.821E-03	8.197E-03	7.036E+00	9.017E-03	1.189E-03	3.317E-01	1.308E-03
2120	0	0	411.003	452.104	1.595E+01	2.390E+04	1.754E+01	2.440E-03	1.721E+00	2.684E-03	7.798E-03	6.693E+00	8.577E-03	1.131E-03	3.155E-01	1.244E-03
2121	0	0	411.003	452.104	1.517E+01	2.274E+04	1.669E+01	2.321E-03	1.653E+00	2.553E-03	7.417E-03	6.367E+00	8.159E-03	1.076E-03	3.001E-01	1.183E-03
2122	0	0	411.003	452.104	1.443E+01	2.163E+04	1.587E+01	2.207E-03	1.557E+00	2.428E-03	7.056E-03	6.056E+00	7.761E-03	1.023E-03	2.855E-01	1.128E-03
2123	0	0	411.003	452.104	1.373E+01	2.057E+04	1.510E+01	2.100E-03	1.481E+00	2.310E-03	6.711E-03	5.761E+00	7.383E-03	9.735E-04	2.716E-01	1.071E-03
2124	0	0	411.003	452.104	1.306E+01	1.957E+04	1.436E+01	1.997E-03	1.409E+00	2.197E-03	6.384E-03	5.480E+00	7.022E-03	9.260E-04	2.583E-01	1.019E-03
2125	0	0	411.003	452.104	1.242E+01	1.862E+04	1.366E+01	1.900E-03	1.340E+00	2.090E-03	6.073E-03	5.213E+00	6.680E-03	8.808E-04	2.457E-01	9.689E-04
2126	0	0	411.003	452.104	1.181E+01	1.771E+04	1.300E+01	1.807E-03	1.275E+00	1.988E-03	5.777E-03	4.958E+00	6.354E-03	8.379E-04	2.338E-01	9.217E-04
2127	0	0	411.003	452.104	1.124E+01	1.684E+04	1.236E+01	1.691E-03	1.213E+00	1.891E-03	5.495E-03	4.717E+00	6.044E-03	8.079E-04	2.224E-01	8.767E-04
2128	0	0	411.003	452.104	1.069E+01	1.602E+04	1.176E+01	1.635E-03	1.154E+00	1.799E-03	5.227E-03	4.487E+00	5.750E-03	7.581E-04	2.115E-01	8.340E-04
2129	0	0	411.003	452.104	1.017E+01	1.524E+04	1.119E+01	1.556E-03	1.097E+00	1.711E-03	5.027E-03	4.268E+00	5.469E-03	7.212E-04	2.012E-01	7.933E-04
2130	0	0	411.003	452.104	9.673E+00	1.450E+04	1.064E+01	1.480E-03	1.044E+00	1.628E-03	4.729E-03	4.060E+00	5.202E-03	6.860E-04	1.914E-01	7.546E-04
2131	0	0	411.003	452.104	9.201E+00	1.379E+04	1.012E+01	1.408E-03	9.930E-01	1.548E-03	4.499E-03	3.862E+00	4.949E-03	6.525E-04	1.820E-01	7.178E-04
2132	0	0	411.003	452.104	8.752E+00	1.312E+04	9.627E+00	1.339E-03	9.445E-01	1.473E-03	4.279E-03	3.673E+00	4.707E-03	6.207E-04	1.732E-01	6.828E-04
2133	0	0	411.003	452.104	8.325E+00	1.248E+04	9.158E+00	1.274E-03	8.985E-01	1.401E-03	4.071E-03	3.494E+00	4.478E-03	5.904E-04	1.647E-01	6.495E-04
2134	0	0	411.003	452.104	7.919E+00	1.187E+04	8.711E+00	1.211E-03	8.547E-01	1.333E-03	3.872E-03	3.324E+00	4.259E-03	5.616E-04	1.567E-01	6.178E-04
2135	0	0	411.003	452.104	7.533E+00	1.129E+04	8.286E+00	1.152E-03	8.130E-01	1.268E-03	3.683E-03	3.162E+00	4.052E-03	5.343E-04	1.490E-01	5.877E-04
2136	0	0	411.003	452.104	7.166E+00	1.074E+04	7.882E+00	1.096E-03	7.733E-01	1.206E-03	3.504E-03	3.007E+00	3.854E-03	5.082E-04	1.418E-01	5.590E-04
2137	0	0	411.003	452.104	6.816E+00	1.022E+04	7.498E+00	1.043E-03	7.356E-01	1.147E-03	3.333E-03	2.861E+00	3.666E-03	4.834E-04	1.349E-01	5.318E-04
2138	0	0	411.003	452.104	6.484E+00	9.719E+03	7.132E+00	9.919E-04	6.997E-01	1.091E-03	3.170E-03	2.721E+00	3.487E-03	4.598E-04	1.283E-01	5.058E-04
2139	0	0	411.003	452.104	6.168E+00	9.245E+03	6.784E+00	9.435E-04	6.656E-01	1.038E-03	3.016E-03	2.588E+00	3.317E-03	4.374E-04	1.220E-01	4.811E-04
2140	0	0	411.003	452.104	5.867E+00	8.794E+03	6.453E+00	8.975E-04	6.331E-01	9.872E-04	2.869E-03	2.462E+00	3.155E-03	4.161E-04	1.161E-01	4.577E-04
2141	0	0	411.003	452.104	5.581E+00	8.365E+03	6.139E+00	8.537E-04	6.023E-01	9.391E-04	2.729E-03	2.342E+00	3.002E-03	3.958E-04	1.104E-01	4.354E-04
2142	0	0	411.003	452.104	5.308E+00	7.957E+03	5.839E+00	8.121E-04	5.729E-01	8.933E-04	2.596E-03	2.228E+00	2.855E-03	3.765E-04	1.050E-01	4.141E-04
2143	0	0	411.003	452.104	5.050E+00	7.569E+03	5.554E+00	7.725E-04	5.450E-01	8.497E-04	2.469E-03	2.119E+00	2.716E-03	3.581E-04	9.991E-02	3.939E-04
2144	0	0	411.003	452.104	4.803E+00	7.200E+03	5.284E+00	7.348E-04	5.184E-01	8.083E-04	2.349E-03	2.016E+00	2.583E-03	3.407E-04	9.504E-02	3.747E-04
2145	0	0	411.003	452.104	4.569E+00	6.849E+03	5.026E+00	6.990E-04	4.931E-01	7.689E-04	2.234E-03	1.918E+00	2.457E-03	3.240E-04	9.040E-02	3.564E-04
2146	0	0	411.003	452.104	4.346E+00	6.515E+03	4.781E+00	6.649E-04	4.690E-01	7.314E-04	2.125E-03	1.824E+00	2.338E-03	3.082E-04	8.599E-02	3.391E-04
2147	0	0	411.003	452.104	4.134E+00	6.197E+03	4.548E+00	6.324E-04	4.462E-01	6.957E-04	2.021E-03	1.735E+00	2.224E-03	2.932E-04	8.180E-02	3.225E-04
2148	0	0	411.003	452.104	3.933E+00	5.895E+03	4.326E+00	6.016E-04	4.244E-01	6.618E-04	1.923E-03	1.650E+00	2.115E-03	2.789E-04</		





