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

Develop hypotheses and calculate results of greenhouse gases generated from the operation of machinery and equipment during the construction of road traffic works

Phạm Hồng Chuyên
Department of Chemistry - Environment/Faculty of Applied Sciences, University of Transport Technology, 54 Trieu Khuc - Thanh Xuan District 11400, Ha Noi, Viet Nam

Article info
Type of article:
Original research paper

DOI:
https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2024.vn.4.3.28-38

***Corresponding author:**
Email address:
chuyenph@utt.edu.vn

Received: 30/05/2024
Revised: 04/08/2024
Accepted: 07/08/2024

Abstract: In this paper, we present some excirsises on inventorying greenhouse gases from the activities of machinery and equipment during the construction of traffic works. These excirsises are built based on the IPCC guidelines (National GHG Inventory Guidelines) but have been modified, the formulas used to solve the problems are also simplified so that them can be understand and apply easier but still retains its essence according to the formulas contained in the IPCC guidelines. The research results have provided four types of excirsises suitable to the requirements for preparing greenhouse gas inventory reports in the transportation sector according to Circular 17/2022/BTNMT of the Ministry of Natural Resources and Environment. For building excirsises, we refer to the data from the actual operations of traffic projects that have been constructed in recent years, as well as from the operating norms of machinery and equipment that can look up in documents of both: the Ministry of Transport and the Ministry of Construction.

Keywords: Greenhouse gas inventory; Construction of road traffic works; The excirsise for calculating greenhouse gas emissions; Emissions from machinery and equipment; Air emissions from construction works; Emissions from fuel using.

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

Xây dựng giả thuyết và kết quả tính toán lượng khí nhà kính tạo ra từ hoạt động của máy móc, thiết bị trong quá trình xây dựng công trình giao thông đường bộ

Phạm Hồng Chuyên
Bộ môn Hóa học - Môi trường/Khoa Khoa học ứng dụng, Trường Đại học Công nghệ GTVT, 54 Triều Khúc – Thanh Xuân 11400, Hà Nội, Việt Nam

Thông tin bài viết
Dạng bài viết:
Bài báo nghiên cứu

DOI:
https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2024.vn.4.3.28-38

***Tác giả liên hệ:**
Địa chỉ Email:
chuyenph@utt.edu.vn

Ngày nộp bài: 30/05/2024
Ngày nộp bài sửa: 04/08/2024
Ngày chấp nhận: 07/08/2024

Tóm tắt: Trong bài báo này chúng tôi đưa ra các dạng bài toán về kiểm kê khí nhà kính từ các hoạt động của máy móc, thiết bị trong quá trình thi công xây dựng công trình giao thông. Các bài toán này được xây dựng dựa trên hướng dẫn của IPCC (Hướng dẫn kiểm kê quốc gia KNK) nhưng đã được cụ thể hóa, các công thức dùng để giải các bài toán cũng được đơn giản hóa để có thể hiểu và áp dụng dễ dàng hơn nhưng vẫn giữ nguyên bản chất theo các công thức có trong hướng dẫn của IPCC. Kết quả nghiên cứu đã đưa ra được bốn dạng bài toán phù hợp với yêu cầu lập báo cáo kiểm kê khí nhà kính trong lĩnh vực giao thông vận tải theo Thông tư 17/2022/BTNMT của Bộ Tài nguyên và Môi trường. Dữ liệu để xây dựng các bài toán được tham khảo từ hoạt động thực tế của các công trình giao thông đã được thi công trong các năm gần đây, đồng thời có tham khảo từ các định mức hoạt động của máy móc, thiết bị trong các văn bản của Bộ Giao thông Vận tải và Bộ Xây dựng.

Từ khóa: Kiểm kê khí nhà kính, xây dựng công trình giao thông đường bộ, bài toán tính phát thải khí nhà kính, phát thải từ máy móc, thiết bị, phát thải khí từ xây dựng công trình, phát thải khí từ sử dụng nhiên liệu.

1. Đặt vấn đề

Bảo vệ môi trường là một trong những vấn đề cấp thiết trên toàn cầu, chính vì vậy Quốc hội Việt Nam đã ban hành luật bảo vệ môi trường. Theo điều 91 năm 2020 của bộ luật này có quy định hạn chế tối đa phát thải khí nhà kính (KNK), trong đó có nội dung kiểm kê KNK và đo đạc, báo cáo, thẩm định giảm nhẹ phát thải KNK cấp quốc gia, cấp ngành, lĩnh vực và cấp cơ sở có liên quan [1].

Cơ quan quản lý của Việt Nam cũng ra nghị định số 06/2022/NĐ-CP quy định giảm nhẹ phát thải KNK và bảo vệ tầng ozon. Trong đó việc kiểm kê KNK được quy định ở điều 11 có yêu cầu các cơ sở thực hiện việc kiểm kê KNK hàng năm và phải lập báo cáo gửi cơ quan quản lý nhà nước ở cấp tỉnh [2]. Theo quyết định số 01/2022/QĐ-TTg của thủ tướng Chính phủ năm 2022, Bộ Giao thông Vận tải là một trong những bộ có nhiều đơn vị phải thực hiện việc kiểm kê KNK. Ngoài ra, theo quyết định này, cơ quan chủ trì là Bộ Tài nguyên và Môi trường sẽ phối hợp với các đơn vị trong các Bộ, Ủy ban nhân dân cấp tỉnh sẽ tiến hành rà soát, đưa ra tên cơ sở phát thải KNK và yêu cầu các cơ sở này thực hiện kiểm kê KNK rồi lập báo cáo trước ngày 31/12 hằng năm kể từ năm 2023. Sau đó, dựa vào báo cáo đó, Chính phủ sẽ ra quyết định cập nhật danh mục định kỳ hai năm một lần [3]. Như vậy, việc kiểm kê KNK là một hoạt động bắt buộc ở một số cơ sở theo quy định trong nghị định số 06/2022/NĐ-CP.

Hiện nay, thông tư quy định kiểm kê KNK ngành Giao thông Vận tải vẫn còn đang trong quá trình xây dựng, do đó việc tính toán phát thải KNK cấp cơ sở trong lĩnh vực xây dựng công trình giao thông sẽ được thực hiện theo IPCC (Hướng dẫn kiểm kê quốc gia KNK) phiên bản 2006 và bản sửa đổi bổ sung 2019 [4]. Trên cơ sở đó, các năm qua đã có nhiều hội thảo cấp quốc gia được tổ chức để hướng dẫn việc kiểm kê KNK ở cấp cơ sở theo hướng dẫn đã nêu. Việc áp dụng các hướng dẫn này vào thực tiễn ở cấp cơ sở là một vấn đề cấp thiết để lập các báo cáo theo tinh thần của quyết định số 01/2022/QĐ-TTg. Tuy nhiên, các công thức tính toán lượng phát thải KNK trong hướng dẫn của IPCC còn trừu tượng, cần có nhiều bài toán được xây dựng cho sát với từng lĩnh vực cụ thể để việc kiểm kê KNK được thực hiện một cách dễ dàng. Chính vì vậy, tác giả bài báo rất mong muốn những bài toán về kiểm kê KNK trong lĩnh vực xây dựng công trình giao thông đường bộ và hướng dẫn giải đi kèm trong nghiên cứu này là tài liệu có ý nghĩa cho cán bộ ở các công ty xây dựng công trình giao thông, giáo viên, học sinh, sinh viên... tham khảo.

2. Các dữ liệu và công thức toán học

2.1. Phạm vi lấy dữ liệu và các dữ liệu cần thống kê

Trong quy trình kiểm kê KNK việc xác định được phạm vi kiểm kê, nguồn phát thải liên quan là bước đầu tiên để xây dựng dữ liệu cho việc tính toán phát thải KNK. Đối với lĩnh vực xây dựng công trình giao thông đường bộ, các hoạt động đều sử dụng máy móc, thiết bị để thi công. Các máy móc thiết bị này đều phải sử dụng năng lượng lấy từ việc đốt cháy nhiên liệu hoặc điện. Do đó, nguồn phát thải có các loại:

- Phát thải trực tiếp: phát thải từ các nguồn đốt nhiên liệu (cố định và di động), phát tán môi chất lạnh từ thiết bị lạnh và điều hòa không khí, xử lý nước thải/ chất thải…[5-6].

- Phát thải gián tiếp từ điện, hơi, nhiệt/lạnh: như việc sản xuất điện, hơi, nhiệt/lạnh được mua và tiêu thụ bởi công ty báo cáo [5-6].

- Phát thải KNK gián tiếp khác: phát thải từ các hoạt động của công ty nhưng xảy ra từ các nguồn không thuộc sở hữu hoặc kiểm soát của công ty. Ví dụ như khai thác và sản xuất nguyên liệu đã mua; vận chuyển nhiên liệu đã mua; và sử dụng các sản phẩm và dịch vụ đã bán [5-6].

Do vậy, ở các công ty xây dựng công trình giao thông đường bộ, phạm vi kiểm kê KNK sẽ có liên quan đến sử dụng nhiên liệu, năng lượng điện, chất làm lạnh... Dữ liệu để tính toán phát thải KNK từ đó sẽ cần thông tin sau:

- Lượng nhiên liệu tiêu thụ cho quá trình đốt di động như cho các phương tiện giao thông vận tải, máy phát điện, máy thổi bụi, máy khoan, máy ép cọc, máy bơm nước... phục vụ cho tất cả các hoạt động của công ty. Dữ liệu này cần được thống kê theo loại phương tiện và loại nhiên liệu sử dụng.

- Lượng nhiên liệu sử dụng cho quá trình đốt từ nguồn cố định như lò sấy, lò gia nhiệt,... bằng dầu, khí hóa lỏng, than. Dữ liệu này cần được thống kê theo loại nhiên liệu đã sử dụng.

- Lượng chất làm lạnh được nạp bổ sung cho các máy làm lạnh. Dữ liệu này cần được thống kê theo loại môi chất lạnh.

- Lượng điện tiêu thụ. Dữ liệu này cần được thống kê theo lượng điện lấy từ lưới điện, tự sản xuất, mua trực tiếp từ cơ sở sản xuất.

2.2. Công thức tính toán

Mỗi loại nhiên liệu khi sử dụng để tạo ra năng lượng đều giải phóng các chất khí như CO_2, N_xO_y, CO, hydrocacbon,...[7-8]. Các chất khí này đều là các chất gây nên hiệu ứng nhà kính tùy theo mức độ của từng khí. Trong các khí phát thải ra, loại khí được lựa chọn để kiểm kê KNK theo yêu cầu là: CO_2, CH_4, N_2O [7-9]. Để đánh giá mức độ gây hiệu ứng nhà kính, lượng phát thải các khí này được chuyển đổi về số tấn CO2 tương đương (tCO_{2-td}) bằng cách sử dụng hệ số tiềm năng nóng lên toàn cầu GWP (Global Warming Potential) của từng khí [3-4]. Theo hướng dẫn của IPCC (Ủy ban Liên Chính phủ về Biến đổi khí hậu - Intergovernmental Panel on Climate Change) năm 2006 và bản sửa đổi năm 2019 về kiểm kê KNK quốc gia, công thức

tính toán lượng KNK phát thải từ việc đốt nhiên liệu di động và đốt nhiên liệu cố định được phiên dịch và đơn giản hóa [5-6]:

$tCO_{2\text{-}tt}=m_{Fuel\ i}*NCV_{Fuel\ i}*E_{CO_2\text{-}Fuel\ i}*GWP_{CO_2}*10^{-9}$ (tấn) (1)

$tCO_{2\text{-}CH_4}=m_{Fuel\ i}*NCV_{Fuel\ i}*E_{CH_4\text{-}Fuel\ i}*GWP_{CH_4}*10^{-9}$ (tấn) (2)

$tCO_{2\text{-}N_2O}=m_{Fuel\ i}*NCV_{Fuel\ i}*E_{N_2O\text{-}Fuel\ i}*GWP_{N_2O}*10^{-9}$ (tấn) (3)

$tCO_{2\ \text{-}\ td} = tCO_{2\text{-}tt} + tCO_{2\text{-}CH_4} + tCO_{2\text{-}N_2O}$ (4)

Từ công thức (1), (2), (3), (4) tổng hợp được

$tCO_{2\ \text{-}\ td} = m_{Fuel\ i}*NCV_{Fuel\ i}*[(E_{CO_2\text{-}Fuel\ i}*GWP_{CO_2})+(E_{CH_4\text{-}Fuel\ i}*GWP_{CH_4})+(E_{N_2O\text{-}Fuel\ i}*GWP_{N_2O})]*10^{-9}$ (5)

Trong đó:

$tCO_{2\ -\ tt}$: số tấn CO_2 phát thải trực tiếp khi đốt nhiên liệu.

$tCO_{2\text{-}CH_4}$: số tấn CO_2 chuyển đổi từ lượng phát thải CH_4 khi đốt nhiên liệu.

$tCO_{2\text{-}N_2O}$: số tấn CO_2 chuyển đổi từ lượng phát thải N_2O khi đốt nhiên liệu.

$m_{Fuel\ i}$: số kg nhiên liệu loại i.

$NCV_{Fuel\ i}$: Hệ số nhiệt trị của nhiên liệu loại i (lượng nhiệt tỏa ra tương đương với một khối lượng nhiên liệu tiêu thụ), đơn vị là TJ/Gg.

$E_{CO_2\text{-}Fuel\ i}$: Hệ số phát thải CO_2 (kg CO_2/TJ) của nhiên liệu loại i.

$E_{CH_4\text{-}Fuel\ i}$: Hệ số phát thải CH_4 (kg CH_4/TJ) của nhiên liệu loại i.

$E_{N_2O\text{-}Fuel\ i}$: Hệ số phát thải N_2O (kg N_2O/TJ) của nhiên liệu loại i.

GWP_{CO_2}: Chỉ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của CO_2.

GWP_{CH_4}: Chỉ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của CH_4.

GWP_{N_2O}: Chỉ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của N_2O.

Đối với phát thải KNK rò rỉ từ thiết bị lạnh (khí nhà kính HFC và HCFC), công thức tính toán như sau [4-5]:

$tCO_{2\ \text{-}\ td} = m_{refrigerant\ i} * GWP_{refrigerant\ i}*10^{-3}$ (6)

Trong đó:

$m_{refrigerant\ i}$ là khối lượng (kg) môi chất lạnh i

$GWP_{refrigerant\ i}$ là chỉ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của loại môi chất lạnh i.

Đối với phát thải KNK gián tiếp từ tiêu thụ điện, công thức tính toán như sau [4-5]:

$tCO_{2\ \text{-}\ td} = EF_{grid}*EC$ (7)

Trong đó:

EF_{grid} là hệ số phát thải của lưới điện có đơn vị tấn CO_2/MWh.

EC là lượng điện tiêu thụ được tính theo đơn vị MWh.

Bảng 1. Hệ số phát thải tiêu thụ nhiên liệu trong quá trình đốt di động

Nhiên liệu	NCV	Hệ số phát thải CO_2	Hệ số phát thải CH_4	Hệ số phát thải N_2O
	(TJ/Gg)	($kgCO_2$/TJ)	($kgCH_4$/TJ)	(kgN_2O/TJ)
Nhiên liệu hàng không (Jet Kerosene)	44.3	71,500	0.5	2.0
Xăng hàng không (Aviation Gasoline)	44.3	70,000	0.5	2.0
Dầu DO (Diesel) - Đường bộ	43.0	74,100	3.9	3.9
Xăng - Đường bộ	44.3	69,300	33.0	3.2
Khí hóa lỏng (LPG)	47.3	63,100	62.0	0.2
Khí tự nhiên (Natural Gas)	48.0	56,100	92.0	3.0
Xăng E5 (95% A92 + 5% Ethanol)	43.4	66,997	32.5	3.1
Dầu DO (Diesel) - Đường sắt	43.0	74,100	4.2	28.6
Dầu DO (Diesel) - Đường thủy	43.0	74,100	7.0	2.0
Dầu nhiên liệu (FO)	40.4	77,400	7.0	2.0
Ethanol	27.0		18.0	

Bảng 2. Hệ số phát thải tiêu thụ nhiên liệu trong quá trình đốt cố định

Nhiên liệu	Hệ số nhiệt trị (NCV)	Hệ số phát thải CO_2	Hệ số phát thải CH_4	Hệ số phát thải N_2O
	kj/Đơn vị	($kgCO_2/TJ$)	($kgCH_4/TJ$)	(kgN_2O/TJ)
Dầu DO (Diesel)	36.3	74,100	3.0	0.6
Dầu FO (Mazut)	38.1	77,400	3.0	0.6
Khí tự nhiên (Natural Gas)		56,100	1.0	0.1
Khí hóa lỏng (LPG)	47.3	63,100	1.0	0.1
Khí tự nhiên hóa lỏng (LNG)	48.0	56,100	1.0	0.1

Bảng 3. Chỉ số tiềm năng nóng lên toàn cầu

Tên	Công thức	GWP
Carbon dioxide	CO_2	1
Methane	CH_4	27.9
Nitrous oxide	N_2O	273
SF6	SF_6 - Sulfur hexafluoride	24,300
NF3	NF_3 - Nitrogen trifluoride	17,400
HFC-23 (R-23)	CHF_3	14,600
HFC-32 (R-32)	CH_2F_2	771
HFC-134a (R-134a)	$C_2H_2F_4$	1,530
HFC-227ea (R-227ea)	C_3HF_7	3,600
R-410A	R-32/R-125 (50/50)	2,255.5
R-404A	R-125/R-143a/R-134a (44/52/4)	4,728
R-407C	R-32/R-125/R-134a (23/25/52)	1,907.93
HCFC-22 (R-22)	$CHClF_2$	1,960
HCFC-123 (R-123)	$C_2HCl_2F_3$	90.4
PFC-14 (R-14)	CF_4	7,380
PFC-116 (R-116)	C_2F_6	12,400
PFC-218 (R-218)	$CF_3CF_2CF_3$	9,290
PFC-C-C318 (R-C318)	c-C_4F_8	10,200
PFC-31-10	C_4F_{10}	10,000
PFC-41-12	C_5F_{12}	9,220
PFC-51-14	C_6F_{14}	8,620
PFC-91-18	$C_{10}F_{18}$	7,480

Để thuận tiện cho việc tính toán phát thải KNK từ các máy móc, thiết bị trong lĩnh vực xây dựng công trình giao thông, qua tham khảo các tài liệu [10-13], các thông số về hệ số nhiệt trị NCV, hệ số phát thải CO_2, CH_4, N_2O của các loại nhiên liệu được đưa ra ở bảng 1 và bảng 2, chỉ số tiềm năng nóng lên toàn cầu của các chất được đưa ra ở bảng 3.

3. Lập giả thuyết cho các bài toán

Quy trình xây dựng một công trình giao thông đường bộ thường có 3 công đoạn chính như: Công đoạn thi công nền đường, công đoạn thi công móng đường và công đoạn thi công lớp phủ bề mặt. Mỗi công đoạn sẽ có các máy móc, thiết bị thi công và có nhu cầu về nhiên liệu khác nhau. Các máy móc, thiết bị sử dụng từ hạng nặng như máy phá đá, máy đào đất đá, máy ủi, máy lu,... đến thiết bị hạng nhẹ cầm tay như máy khoan, máy cắt, máy mài,...Ngoài ra, còn có các thiết bị khác như máy phát điện, máy sấy, máy làm lạnh, máy khò, máy bơm nước...để phục vụ các nhu cầu cho cán bộ, công nhân thi công công trình [14-15]. Từ đó có thể thấy, các bài toán sẽ có một số dạng: bài toán tính tổng phát thải KNK cho toàn bộ hoạt động có liên quan đến sử dụng nhiên liệu, điện, môi chất lạnh,... của công ty xây dựng; bài toán tính lượng phát thải KNK cho một công đoạn thi công; bài toán tính lượng phát thải KNK khi áp dụng các công nghệ thi

công khác nhau và bài toán so sánh lượng phát thải KNK ở mỗi công đoạn thi công.

Để có số liệu cho các bài toán, tác giả đã tham khảo các tài liệu [16-17] và đưa ra được mức tiêu thụ nhiên liệu cho các loại máy móc, thiết bị sử dụng trong các quá trình thi công xây dựng công trình giao thông đường bộ. Từ đó tác giả đưa ra các giả thuyết tính toán lượng phát thải KNK từ hoạt động của các máy móc, thiết bị cho phù hợp với mẫu báo cáo kiểm kê KNK trong lĩnh vực giao thông vận tải theo yêu cầu của Thông tư 17/2022/BTNMT [4].

3.1. Lập giả thuyết tính tổng lượng phát thải KNK cho toàn bộ công ty

Giả thiết được đưa ra như sau: Năm 2023, công ty xây dựng công trình giao thông A đã sử dụng 350.000 lít xăng A95 cho các đội xe vận tải chở cán bộ, công nhân. Công ty có các loại máy cơ giới (máy xúc, máy ủi, máy khoan địa chất,...), máy vận chuyển các vật nặng trong quá trình thi công xây dựng chạy bằng dầu DO với tổng lượng tiêu thụ trong năm là 890.000 lít. Các máy phát điện, máy công trình thủy lợi (bơm nước, hút bùn, tưới nước,...) sử dụng trên công trường của công ty tiêu thụ 72.000 lít dầu DO. Các thiết bị làm lạnh như máy điều hòa không khí được bổ sung 672 kg môi chất HFC – 32 (R-32) và 388 kg môi chất HCFC – 123 (R-123). Tổng lượng điện lưới tiêu thụ cho các hoạt động văn phòng và các hoạt động khác của công ty là 98.200 kWh. Tính tổng lượng phát thải KNK quy về số tấn CO_2 tương đương của công ty trong năm 2023? Cho biết khối lượng riêng của dầu DO là 0,844 kg/lít, khối lượng riêng của xăng A95 là 0,741 kg/lít. Hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam năm 2023 là 0,7221 (tấn CO_2/MWh).

3.2. Lập giả thuyết tính lượng phát thải ở một công đoạn thi công

Giả thiết được đưa ra như sau: Một công ty xây dựng công trình giao thông thi công trải lớp bê tông nhựa trên một đoạn đường cao tốc 100 km được xây mới. Các loại máy móc, thiết bị thi công và mức nhiên liệu tiêu thụ trong quá trình thi công được thống kê theo bảng 4.

Hãy tính toán lượng KNK quy về số tấn CO_2 tương đương ($tCO_{2\text{-td}}$) mà các máy móc, thiết bị trong quá trình thi công phát thải ra? Cho biết khối lượng riêng của dầu DO là 0,844 kg/lít, của xăng A95 là 0,741 kg/lít, của khí hóa lỏng LPG là 0.539 kg/lít.

3.3. Lập giả thuyết tính lượng phát thải KNK khi ứng dụng các công nghệ khác nhau

Giả thiết được đưa ra như sau: Xác định hàm lượng KNK phát thải ra ở trạm trộn bê tông nhựa (BTN) ứng với các công nghệ sản xuất khác nhau, với khối lượng giả định mỗi loại là 20 tấn, theo bảng số liệu bảng 5.

3.4. Lập giả thuyết so sánh lượng phát thải từ các công đoạn thi công

Giả thiết được đưa ra như sau: Nhu cầu về năng lượng giả định cho các máy móc, thiết bị trong quá trình thi công đường cao tốc mặt đường bằng bê tông xi măng (BTXM), công nghệ trộn cưỡng bức và sử dụng ván khuôn trượt, cho chiều dài tuyến là 100km được tổng hợp trong bảng 6.

Tính và biểu diễn trên biểu đồ lượng KNK phát thải ra của từng công đoạn?

Bảng 4. Mức tiêu thụ nhiên liệu của các máy móc

Tên máy móc, thiết bị	Nhiên liệu sử dụng	Lượng tiêu thụ	Đơn vị
Xe chở bê tông nhựa	Dầu DO	2600	Lít
Xe thảm bê tông nhựa	Dầu DO	854	Lít
Xe lu bánh thép	Dầu DO	1726	Lít
Xe lu bánh hơi	Dầu DO	972	Lít
Xe tưới nhựa lót	Dầu DO	582	Lít
Máy nén khí	Dầu DO	328	Lít
Máy thổi bụi	Xăng A95	40	Lít
Đèn khò gas công nghiệp	Khí hóa lỏng LPG	38	Lít

Bảng 5. Nhiên liệu sử dụng của các công nghệ thi công

Loại BTN	Công đoạn	Nhiên liệu sử dụng (Kg)		Lượng điện tiêu thụ (kWh)
		Loại	Khối lượng	
BTN nóng (HMA)	Sản xuất và vận chuyển nguyên vật liệu	Dầu DO	30	26
		Dầu FO	170	
	Sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt	Dầu FO	8,5	15
BTN tái chế nóng (HCPR)	Sản xuất và vận chuyển nguyên vật liệu	Dầu DO	45	31
		Dầu FO	175	
	Sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt	Dầu FO	8,5	15
BTN tái chế ấm (WCPR)	Sản xuất và vận chuyển nguyên vật liệu	Dầu DO	45	31
		Dầu FO	167	
	Sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt	Dầu FO	7,6	18
BTN tái chế nguội (CCPR)	Sản xuất và vận chuyển nguyên vật liệu	Dầu DO	45	31
		Dầu FO	0	
	Sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt	Dầu FO	0	36

Bảng 6. Nhiên liệu sử dụng cho các công đoạn thi công

Công đoạn	Loại thiết bị, máy móc	Nhu cầu năng lượng		
		Loại	Lượng tiêu thụ	Đơn vị tính
Làm nền	Động cơ diesel	Dầu DO	125000	Lít
	Động cơ xăng	Xăng A95	135000	Lít
	Động cơ điện	Lấy từ máy phát điện tự có	16000	kWh
Làm móng	Động cơ diesel	Dầu DO	15000	Lít
	Động cơ xăng	Xăng A95	7500	Lít
	Động cơ điện	Lấy từ máy phát điện tự có	8000	kWh
Làm lớp bề mặt	Động cơ diesel	Dầu DO	17000	Lít
	Động cơ xăng	Xăng A95	48000	Lít
	Động cơ điện	Lấy từ lưới điện	10800	kWh

4. Kết quả giải quyết các giả thuyết

4.1. Kết quả tính tổng lượng phát thải KNK cho toàn bộ công ty

Có thể thấy, các loại máy móc cơ giới, máy vận chuyển các vật nặng, máy phát điện, máy công trình thủy lợi và các đội xe vận tải chở người của công ty đều thuộc loại đốt nhiên liệu di động. Tiến hành tra cứu các thông số tương ứng với loại nhiên liệu, môi chất lạnh ở bảng 1 và kết hợp các số liệu trong đề bài, và lập bảng thống kê số liệu bảng 7.

Tra cứu các thông số GWP tương ứng với các chất CO_2, CH_4, N_2O, R – 32, R – 123 trong bảng 3 ta lập được bảng 8.

Áp dụng các công thức (5), (6), (7) ta được kết quả sau:

- Phát thải KNK từ việc đốt nhiên liệu:

$tCO_{2\ -\ tđ}$ = [962000 * 0.844 * 43 * [(74100 * 1) + (3.9*27.9) + (3.9*273)]* 10^{-9}] + [350000 * 0.741 * 44.3 * [(69300 * 1) + (33*27.9) + (3.2*273)]* 10^{-9}] = 3444.83 (tấn)

- Phát thải KNK rò rỉ từ sử dụng thiết bị lạnh:

$tCO_{2\ -\ tđ}$ = [(672*771) + (388*90.4)]*10^{-3} = 553.19 (tấn)

- Phát thải KNK từ việc tiêu thụ điện (Hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam năm 2023 là 0.7221 (tấn CO_2/MWh):

$tCO_{2\ -\ tđ}$ = 0.7221*98200*10^{-3} = 70.91 (tấn)

Như vậy, trong năm 2023 công ty có lượng phát thải KNK từ các phương tiện, máy móc, thiết bị quy đổi ra CO_2 là 4068.93 tấn.

4.2. Kết quả tính lượng phát thải ở một công đoạn thi công

Theo bảng số liệu (bảng 4) trong đề bài ta thấy, các loại máy móc, thiết bị sử dụng trong quá

trình thi công đều thuộc loại đốt nhiên liệu di động. Tiến hành tra cứu hệ số phát thải, hệ số nhiệt trị, thông số GWP cho các chất khí CO_2, CH_4, N_2O tương ứng với nhiên liệu sử dụng ở bảng 1 và 3 ta lập được bảng 9.

Các chỉ số: GWP_{CO2} = 1; GWP_{CH4} = 27.9; GWP_{N2O} = 273.

Áp dụng các công thức (5) ta tính được:

$tCO_{2\ -\ td}$ = [7062 * 0.844 * 43 * [(74100 * 1) + (3.9*27.9) + (3.9*273)]* 10^{-9}] + [40 * 0.741 * 44.3 * [(69300 * 1) + (33*27.9) + (3.2*273)]* 10^{-9}] + [38* 0.539 * 47.3 * [(63100 * 1) + (62*27.9) + (0.2*273)]* 10^{-9}] = 19.45 (tấn).

4.3. Kết quả tính lượng phát thải KNK khi ứng dụng các công nghệ khác nhau

Trong quá trình sản xuất bê tông nhựa nóng hoặc ấm, công đoạn sản xuất và vận chuyển nguyên vật liệu sẽ bao gồm các công việc vận chuyển nguyên vật liệu bằng các xe vận tải và băng chuyền, sấy nóng nguyên vật liệu. Dầu DO được sử dụng cho các động cơ của xe tải và máy móc, do đó phát thải KNK từ tiêu thụ dầu DO sẽ thuộc loại đốt nhiên liệu di động. Còn dầu FO được sử dụng cho quá trình sấy nóng nguyên vật liệu, nên phát thải KNK từ tiêu thụ dầu FO sẽ thuộc loại đốt nhiên liệu cố định. Mặt khác, trong công đoạn sản xuất hỗn hợp bê tông asphalt, dầu FO được đốt cháy để cung cấp nhiệt cho lò hơi làm nóng bitum. Phát thải KNK trong công đoạn này cũng thuộc loại đốt nhiên liệu cố định. Với lập luận trên, tiến hành tra cứu các thông số cần thiết ở bảng 2 ta lập được bảng 10.

Áp dụng các công thức (5), (7) với hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam năm 2023 là 0.7221 (tấn CO_2/MWh); các chỉ số $\boldsymbol{GWP_{CO2}}$ = 1, $\boldsymbol{GWP_{CH4}}$ = 27.9, $\boldsymbol{GWP_{N2O}}$ = 273 ta có:

- Với công nghệ bê tông HMA:

$\boldsymbol{tCO_{2\ -\ td}}$ = [30*43* [(74100*1) + (3.9*27.9) + (3.9*273)]*10^{-9}] + [178.5*40.4*[(77400*1)+(3*27.9) + (0*273)]*10^{-9}] + [0.7221*41*10^{-3}] = 0.69 (tấn).

- Với công nghệ bê tông HCPR:

$\boldsymbol{tCO_{2\ -\ td}}$ = [45*43* [(74100*1) + (3.9*27.9) + (3.9*273)]*10^{-9}] + [183.5*40.4*[(77400*1)+(3*27.9) + (0*273)]*10^{-9}] + [0.7221*46*10^{-3}] = 0.75 (tấn).

- Với công nghệ bê tông WCPR:

$tCO_{2\ -\ td}$ = [45*43* [(74100*1) + (3.9*27.9) + (3.9*273)]*10^{-9}] + [174.6*40.4*[(77400*1)+(3*27.9) + (0*273)]*10^{-9}] + [0.7221*49*10^{-3}] = 0.73 (tấn).

- Với công nghệ bê tông CCPR:

$tCO_{2\ -\ td}$ = [0*43* [(74100*1) + (3.9*27.9) + (3.9*273)]*10^{-9}] + [0*40.4*[(77400*1)+(3*27.9) + (0*273)]*10^{-9}] + [0.7221*36*10^{-3}] = 0.03 (tấn).

Như vậy, công nghệ bê tông tái chế nguội (CCPR) có phát thải KNK nhỏ nhất còn công nghệ bê tông tái chế nóng (HCPR) có phát thải lớn nhất trên cùng đơn vị khối lượng bê tông nhựa.

4.4. Kết quả so sánh lượng phát thải từ các công đoạn thi công

Các công đoạn trong quá trình thi công mà đề bài nêu ra đều là các loại động cơ tương ứng với quá trình đốt nhiên liệu di động. Do đó hệ số nhiệt trị và hệ số phát thải KNK của các nhiên liệu sử dụng bảng 11.

Áp dụng các công thức (5), (7) với hệ số phát thải của lưới điện Việt Nam năm 2023 là 0.7221 (tấn CO_2/MWh); các chỉ số GWP_{CO2} = 1, GWP_{CH4} = 27.9, GWP_{N2O} = 273; khối lượng riêng của dầu DO = 0.844 (kg/lít), khối lượng riêng của xăng A95 = 0.741 (kg/lít) ta có:

- Phát thải KNK từ công đoạn làm nền đường:

$tCO_{2\ -\ td}$ = [125000*0.844*43*[(74100*1) + (3.9*27.9) + (3.9*273)]*10^{-9}] + [135000*0.741*44.3*[(69300*1)+(33*27.9) + (3.2*273)]*10^{-9}] + [0.7221*16000*10^{-3}] = 668.09 (tấn).

- Phát thải KNK từ công đoạn làm móng đường:

$tCO_{2\ -\ td}$ = [15000*0.844*43*[(74100*1) + (3.9*27.9) + (3.9*273)]*10^{-9}] + [7500*0.741*44.3* [(69300*1) +(33*27.9) + (3.2*273)]*10^{-9}] + [0.7221*8000*10^{-3}] = 64.25 (tấn).

- Phát thải KNK từ công đoạn làm lớp bề mặt đường:

$tCO_{2\ -\ td}$ = [17000*0.844*43*[(74100*1)+(3.9*27.9) +(3.9*273)]*10^{-9}]+48000*0.741*44.3*[(69300*1) +

$(33*27.9) + (3.2*273)]*10^{-9}] + [0.7221*10800*10^{-3}]$ = 166.28 (tấn).

Từ kết quả trên ta vẽ được biểu đồ Hình 1.

Như vậy, công đoạn làm nền đường phát thải lượng KNK nhiều nhất từ việc sử dụng nhiên liệu, còn công đoạn làm móng phát thải ít nhất.

Bảng 7. Các thông số tính toán

Nhiên liệu	Lượng tiêu thụ	Đơn vị	Khối lượng riêng	NCV	Hệ số phát thải CO_2	Hệ số phát thải CH_4	Hệ số phát thải N_2O
			kg/l	(TJ/Gg)	($kgCO_2$/TJ)	($kgCH_4$/TJ)	(kgN_2O/TJ)
Dầu DO (Diesel) - Đường bộ	962,000	Lít	0.844	43.0	74,100	3.9	3.9
Xăng - Đường bộ (A95)	350,000	Lít	0.741	44.3	69,300	33.0	3.2
Loại môi chất lạnh							
HFC - 32 (R-32)	672	kg	-	-	-	-	-
HCFC - 132 (R-132)	388	kg	-	-	-	-	-
Lượng điện tiêu thụ							
Điện lưới	98,200	kWh	-	-	-	-	-

Bảng 8. Các thông số tính toán

Loại chất	CO_2	CH_4	N_2O	R - 32	R - 123
Giá trị GWP	1	27.9	273	771	90.4

Bảng 9. Các thông số tính toán

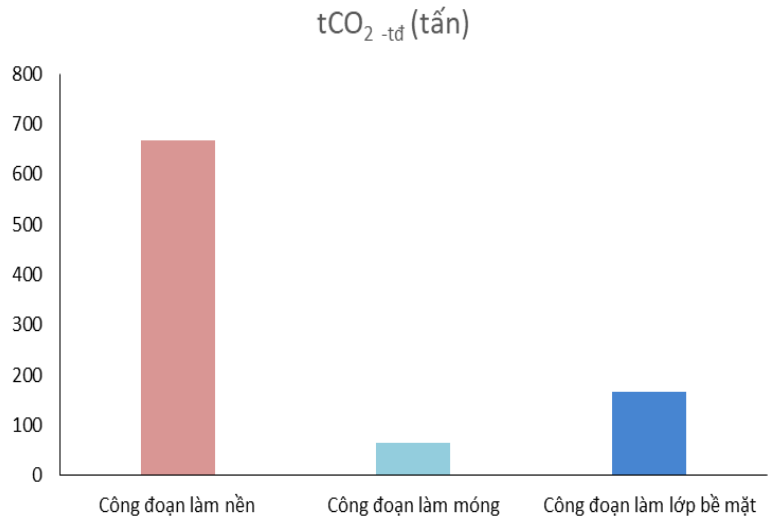
Nhiên liệu	Lượng tiêu thụ	Đơn vị	Khối lượng riêng	NCV	Hệ số phát thải CO_2	Hệ số phát thải CH_4	Hệ số phát thải N_2O
			kg/l	(TJ/Gg)	($kgCO_2$/TJ)	($kgCH_4$/TJ)	(kgN_2O/TJ)
Dầu DO (Diesel) - Đường bộ	7,062	Lít	0.844	43.0	74,100	3.9	3.9
Xăng - Đường bộ (A95)	40	Lít	0.741	44.3	69,300	33.0	3.2
Khí hóa lỏng (LPG)	38	Lít	0.54	47.3	63,100	62.0	0.2

Bảng 10. Các thông số tính toán

Nguồn phát thải	NCV (TJ/Gg)	Hệ số phát thải CO_2 (kg/TJ)	Hệ số phát thải CH_4 (kg/TJ)	Hệ số phát thải N_2O (kg/TJ)
Dầu DO	43.0	74,100	3.9	3.9
Dầu FO	40.4	77,400	3.0	0.6

Bảng 11. Các thông số tính toán

Nguồn phát thải	NCV (TJ/Gg)	Hệ số phát thải CO_2 (kg/TJ)	Hệ số phát thải CH_4 (kg/TJ)	Hệ số phát thải N_2O (kg/TJ)
Dầu DO	43.0	74,100	3.9	3.9
Xăng A95	44.3	69,300	33.0	3.2



Hình 1. Biểu đồ lượng KNK phát thải từ các công đoạn thi công

5. Kết luận

Việc kiểm kê KNK là một yêu cầu bắt buộc cho các hoạt động trong lĩnh vực giao thông vận tải nói chung và trong xây dựng công trình giao thông đường bộ nói riêng. Với các bài toán được xây dựng trong bài báo này sẽ là những ví dụ thực tế và cụ thể phù hợp với yêu cầu lập báo cáo về kiểm kê KNK theo hướng dẫn của Thông tư 17/2022/BTNMT. Bài báo đã đưa ra được bốn dạng bài toán tính lượng phát thải KNK từ hoạt động của các máy móc, thiết bị trong xây dựng công trình giao thông đường bộ. Đó là các dạng bài tính tổng phát thải KNK cho toàn bộ hoạt động có liên quan đến sử dụng nhiên liệu, điện, môi chất làm lạnh,... của công ty xây dựng; tính lượng phát thải KNK cho một công đoạn thi công; tính lượng phát thải KNK khi áp dụng các công nghệ thi công khác nhau và bài toán so sánh lượng phát thải KNK ở mỗi công đoạn thi công.

Trong các nghiên cứu tiếp theo, tác giả sẽ bổ sung thêm bài toán tính lượng phát thải KNK trong toàn bộ hoạt động xây dựng công trình giao thông đường bộ có kể đến các phát thải từ rác thải, chất thải, hóa chất,...

Tài liệu tham khảo

[1]. Quốc hội. (2020). Luật bảo vệ môi trường, số 72/2020/QH14.

[2]. Chính phủ. (2022). Nghị định Quy định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và bảo vệ tầng ô – dôn, số 06/2022/NĐ-CP.

[3]. Thủ tướng Chính phủ. (2022). Quyết định Ban hành danh mục lĩnh vực, cơ sở phát thải khí nhà kính phải thực hiện kiểm kê khí nhà kính, số 01/2022/QĐ-TTg.

[4]. Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2022). Thông tư Quy định kỹ thuật đo đạc, báo cáo, thẩm định giảm nhẹ phát thải khí nhà kính và kiểm kê khí nhà kính lĩnh vực quản lý chất thải, số 17/2022/BTNMT.

[5]. IPCC. (2006). 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. *3.1 Chapter 3 Mobile Combustion*.

[6]. IPCC. (2019). Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. *Volume 2 Energy*.

[7]. H.H.T. Tran, T.D. Nghiem, H.N.K. Vu, N.T.N. Nguyen, T.T. Nguyen, Q.B. Ho. (2023). Phát thải từ hoạt động của xe mô tô, xe gắn máy trong giao thông đường bộ tại thành phố Hà Nội. *Tạp chí Môi trường*, 10/2023.

[8]. Đ.B.T. Tran, Q.H. Luong, Đ.T.M. Tran. (2020). Thử nghiệm tính toán phát thải khí nhà kính của giao thông vận tải hành khách trên nền Quy hoạch giao thông vận tải Thủ đô Hà Nội đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050. *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, 716, 26-39.

[9]. Overview of Greenhouse Gases. [online] Available at: https://www.epa.gov/ghgemissions/overview-

greenhouse-gases.

[10]. Bộ Tài nguyên và Môi trường. (2022). Quyết định Công bố danh mục hệ số phát thải phục vụ kiểm kê khí nhà kính, số 2626/QĐ-BTNMT.

[11]. C. Smith, Z.R.J. Nicholls, K. Armour, W. Collins, P. Forster, M. Meinshausen, M.D. Palmer, M. Watanabe. (2021). The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks and Climate Sensitivity Supplementary Material. Chapter 7 Supplementary Material. *The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*.

[12]. E.A. Saputro, W. Saputro. (2022). Analysis of Combustion Temperature on Specific Fuel Consumption (SFC) of Diesel Engines Using B30 Fuel in the Long Term Performance. *3rd International Conference Eco-Innovation in Science, Engineering, and Technology*. *NST Proceedings*, pp 362-366.

[13]. M.E. Sehsah, E.B. Belal, R.R. Abu shieshaa, A. Ellawaty. (2014). Bio – Ethanol application as an alternative fuel in farm machine. Farm machinery and power. Misr Journal Agricultural Engineering, 31(4), 1277-1290.

[14]. Công ty Cổ phần Thiết bị & Dịch vụ Đồng Lợi. (2024). Thi công đường bộ, đường cao tốc cần những thiết bị gì? [online] Available at: https://dongloi.com.vn/vi/tin-tuc/893-thi-cong-duong-bo-duong-cao-toc-can-nhung-thiet-bi-gi.html.

[15]. Công ty TNHH Đầu tư Xây dựng Đăng Phát. (2024). Trình tự 8 bước thi công đường. [online] Available at: https://dangphat.vn/trinh-tu-8-buoc-thi-cong-duong.

[16]. Bộ Xây dựng. (2015). Quyết định Công bố định mức các hao phí xác định giá ca máy và thiết bị thi công xây dựng, số 1134/QĐ-BXD.

[17]. T. Hoang. (2012). Tính toán hàm lượng khí thải khi xây dựng mặt đường đường ô tô có sử dụng xi măng. *Tạp chí Khoa học Công nghệ xây dựng*, 12/5.