

Global Logistics Emissions Council

GLEC 프레임워크

한글번역본

머리말

현재 화물 운송과 물류 활동은 전 세계 온실가스 배출량의 8-10%를 차지하며, 국제교통포럼 (International Transport Forum)에 따르면 2050년까지 화물 운송 수요가 거의 3배로 증가할 것으로 예상됩니다¹. 유엔 파리 협정의 기후 목표를 달성하기 위해서는 화물 운송의 효율성을 향상시키고 운송 관련 배출량을 줄이는 것이 중요합니다. 목표를 달성하기 위해서는 전 세계적인 공동 노력이 필요합니다. GLEC 프레임워크 v3는 여러분이 이러한 목표를 달성하는데 기여하고 노력하는 것을 지원합니다.

이러한 관점에서 보면 앞으로의 몇 년이 아주 중요합니다. 기후 목표를 달성하지 못하면 막대한 경제적 피해를 입을 수 있으며, 2.0°C 상승에 따른 비용은 전세계 GDP의 11%에 달할 것으로 예상됩니다.

또한, 극단적인 기상 이변의 증가, 농지 유실과 같은 급격한 변화도 예상됩니다.² 그러나 아직 행동으로 옮길 시간이 있으며, 우리 모두가 즉시 행동해야 합니다.

핵심 단계 중 하나는 공급망과 물류를 구성하는 방식에 변화를 주는 것입니다. 불필요한 운송과 공차 운행을 피하고 기존 운송 능력을 최적화하며 가능한 지속가능성이 가장 높은 운송 솔루션을 활용해야 합니다.

이러한 성과를 달성하기 위해서는 운송 시스템에서 배출원에 대한 투명성을 확보하는 것이 필수적입니다.

이러한 투명성을 확보하기 위해, 글로벌 물류 배출 협의회(GLEC)는 GLEC 프레임워크를 개발했습니다. 이 프레임워크는 화물운송시스템, 운송망과 물류 배출량 계산과 보고에 대한 지침을 제공합니다.

2016년에 처음 발표된 이 프레임워크는 화물 운송으로 발생하는 온실가스 배출량을 계산하기 위한 전세계의 주요 방법과 지식을 집대성하였습니다.

물류업계의 요구에 부응하기 위해, 온실가스 배출량의 계산 및 보고에 필요한 국제적으로 인정되는 확고한 포맷을 제공하는 것을 목표로 GLEC 프레임워크를 기반으로 한 ISO 표준 작업이 2019년에 시작되었습니다.

3년이 넘는 기간 동안 전 세계의 전문가들이 협력하여 ISO 14083을 개발해 다음과 같은 제목으로 2023년에 아래의 제목으로 발표했습니다.

온실가스 — 운송망 운영에서 발생하는 온실가스 배출량의 정량화 및 보고
(Greenhouse gases — Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations)

이 표준을 발표한 이후, 우리는 ISO 14083:2023의 조항을 다시 GLEC 프레임워크로 통합했습니다. 그 결과로 탄생한 것이 GLEC 프레임워크 v3입니다. 본 자료는 GLEC 프레임워크는 v1과 v2를 거쳐 이 v3가 발표되었으며, GLEC 프레임워크에 대한 이해도를 높이고 여기에 ISO 14083의 요구 사항을 통합했습니다(다음 페이지의 그림 1 참조).

GLEC 프레임워크 v3는 기업이 공급망과 물류의 효율성에 대한 투명성을 구현하는 데 도움을 줍니다. 이 프레임워크는 운송활동 그 자체 뿐만 아니라 물류 하브와 에너지 공급으로 인한 배출까지 포함해 ISO 14083에 따라 온실가스 배출량을 쉽게 계산할 수 있는 방법을 제시합니다.

GLEC 프레임워크에서는 ISO 14083에 대한 관련 참조 기준을 확인할 수 있습니다. 다음 단계로는 보증 프로세스를 개발하는 것이 중요합니다. 보증 프로세스는 운송 부문의 개선 활동에 참여하는 기업의 효율성과 지속 가능한 노력에 대한 가시성을 높여 줄 것입니다.

많은 기업들이 최근 몇 년 동안 탄소 발자국을 줄이고 운송망의 효율성과 지속가능성을 개선하기 위해 많은 노력을 기울였습니다. 이러한 노력은 매우 소중하고 중요한 것이며, GLEC 업계 파트너들은 이러한 인사이트를 GLEC 프레임워크 v3에 반영했습니다. 전문 지식과 경험을 공유해주신 모든 분들께 감사드립니다. 이 분들 덕분에 이번 작업이 가능했습니다.

변화를 더욱 가속화하려면, 이제는 모든 기업이 자사의 운송과 물류 효율성을 분석하고, 운송시스템의 효율성을 최적화하기 위해 가능하고 필요한 모든 조치를 취하는 것이 중요합니다.

특히, 글로벌 브랜드와 공급망을 보유한 다국적 기업들이 기후 목표 달성을 중요한 열쇠를 쥐고 있습니다.

화물 서비스의 구매자 또는 공급자로서, 이 기업들은 물류와 공급망을 구성하는 방식을 변경할 힘을 가지고 있습니다. 이 기업들은 탄소 배출량을 보고하고 기후 목표를 설정하며, 목표 달성을 위해 파트너와 협력함으로써 선도적인 역할을 할 수 있습니다.

GLEC 프레임워크를 이전에 사용해 본 적이 있는 분들을 위해 GLEC 프레임워크 v2와 비교하여 GLEC 프레임워크 v3에 구현된 주요 변경 사항을 별도의 챕터로 마련했습니다.

다른 모든 분들에게는 본 자료를 통해 여러분의 회사에 새로운 장을 여는 기회가 되기를 바라며, 여러분의 효율성을 향상시키고 기후 목표 달성에 도움이 될 수 있기를 바랍니다.

궁금하신 사항이나 제안 사항이 있으시면 연락 주십시오. 배출량 산정, 보고 및 감축에 대한 경험을 나눌 플랫폼을 찾고 있다면 Smart Freight Centre(SFC)의 GLEC 프로그램에 참여하시기 바랍니다. 우리는 여러분의 적극적인 참여와 협력으로 배출량이 적은 화물운송시스템을 구축할 수 있습니다.

그림 1 GLEC 프레임워크 v3의 개발



Alan Lewis

SFC 기술 이사 및 ISO 14083 프로젝트 매니저

Verena Ehrler

주 저자, ISO 14083의 의장,
IÉSEG 경영대학원의 공급망관리 전공 교수

Andrea Schön

SFC 프로그램 디렉터, Clean Air Transport, 작가이자
ISO 14083 국제위원회 소속 전문가



감사의 글

GLEC 프레임워크의 세 번째 버전은 GLEC 프레임워크 v2를 기반으로 하며, ISO 14083의 “온실가스 — 운송망 운영에서 발생하는 온실가스 배출량의 정량화 및 보고”와 관련된 화물 운송 방법론을 통합한 것입니다.

본 자료는 2014년 GLEC 결성 이후 전 세계의 SFC팀과 수많은 GLEC 회원들의 노력으로 탄생했습니다.

본 작업에 인사이트와 견해를 제공해 주신 많은 전문가분들께 감사의 말씀을 드립니다. 특히 물류 거점 작업을 담당한 Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics(IML)의 Jan-Philipp Jarmer와 Kerstin Dobers, 운송 수단 및 보고서 작업을 해 주신 Giacomo Lozzi, Deutsche Post DHL Group의 Patric Pütz와 Noelle Fröhlich, DB Schenker에서 근무했던 Adrian Wojnowski, 그리고 문서를 검토하고 전문 지식 제공과 기술 자문 작업을 지원해주신 SFC 이사회 Sophie Punte에게 감사드립니다.

Alan Lewis와 함께 GLEC 프레임워크 v2를 공동저술한 Suzanne Greene에게도 특별히 감사의 말씀을 드립니다. GLEC 프레임워크 v2는 ISO 14083의 핵심 정보로 구성되어 있으며, GLEC 프레임워크 v3의 기본 구조 등은 GLEC 프레임워크 v2와 유사합니다.

또한, ISO 14083 개발에 참여해 소중한 작업을 진행해 준 전 세계의 전문가 팀에도 감사를 표합니다. 베를린의 DIN 팀, 특히 ISO 작업 그룹의 사무국을 맡은 Angelina Patel, Mayan Rapaport, Lina Molitor 및 Wiebke Meister에게도 감사의 말씀을 전합니다.

GLEC 소개

www.smartfreightcentre.org/en/global-logistics-emissions-council

GLEC는 Smart Freight Centre의 프로그램으로, 2014년에 설립되었습니다. GLEC는 물류 분야 온실가스 배출량에 대한 광범위하고 투명하며 일관된 산정 및 보고를 추진하는 조직과 비정부기구(NGO)의 커뮤니티입니다. GLEC는 공동의 문제를 인식하고 장애를 제거하며, 무엇보다도 화물 부문에서의 배출량 감소가 시급하다는 인식을 공유하기 위해 노력하고 있습니다.

SFC 소개

www.smartfreightcentre.org

SFC는 화물 부문의 효율성과 온실가스 제로화에 전념하는 국제 비영리 단체입니다. SFC는 투명성, 협력 및 업계의 활동을 촉진하기 위해 전 세계 물류 커뮤니티들과 서로 협력하고 있으며, 파리 기후 협정 목표와 지속 가능한 개발 목표 달성을 기여하고 있습니다.

우리의 목표는 100개 이상의 다국적 기업들이 2030년까지 2015년 대비 전 세계 물류 공급망에서 물류 배출량을 최소 30% 감축하고, 2050년까지 탈탄소화를 달성하도록 하는 것입니다.

면책 조항

이 출판물에 표현된 견해는 Smart Freight Centre와 직원, 컨설턴트 및 경영진의 견해이며, 반드시 Smart Freight Centre 이사회와 견해와 일치하는 것은 아닙니다. Smart Freight Centre는 이 출판물에 포함된 데이터의 정확성을 보장하지 않으며, 그 사용으로 인한 결과에 대해 책임을 지지 않습니다. 현지 규정을 준수해야 하며, GLEC 프레임워크는 법적 요구사항을 대체하지 않습니다.

옮긴이 소개



옮긴이 : 강덕호, 김은우, 지재원, 김윤서

(주)글렉은 국제 표준인 ISO-14083을 기반으로 물류 기업들이 손쉽게 탈탄소화 생태계에 합류할 수 있도록 돋는 솔루션인 GELC를 개발하고 있는 스타트업입니다. 우리 솔루션은 물류 기업들이 탄소 배출량을 실시간으로 측정하고 관리할 수 있게 하여 지속 가능한 경영을 실현할 수 있도록 지원합니다. 이를 통해 전 세계 물류 산업의 탈탄소화 전환을 가속화하고, 기업들이 ESG 목표를 달성하는 데 기여하고자 합니다.

연락처 : contact@glec.io
웹사이트 : <https://glec.io>
이펍얼 솔루션 : <https://app.glec.io>
전화 : 010-4481-5189 (공용)
주소 : 서울특별시 성동구 왕십리로 115,
헤이그라운드 서울숲 4층

감수자 : 서호철, 유진수

한국통합물류회는 물류정책기본법 제55조에 의해 국토교통부장관의 설립인가를 받아 설립된 특수법인입니다 (2009년 6월). 협회는 물류산업의 경쟁력 강화와 회원사의 물류선진화 및 권익신장을 위하여 물류관련 현황조사, 연구, 진단, 정책제안, 정부업무대행 및 물류전문인력의 양성·보급, 물류 혁신활동 등에 기여하는 것을 목적으로 합니다.

주요 사업으로는 물류분야 민관 가교역할을 위한 다양한 협장 의견 청취 및 정책 제안, 한국물류대상 정부포상, 택배용 화물자동차 허가신청/관리 국비지원 물류 교육과정 운영, 물류전문가 양성, 물류창고와 관련된 다양한 단체보험사업, 국가물류통합정보센터(NLIC) 운영, 국제물류산업대전(KOREA MAT) 개최, 정부R&D사업 수행 등이 있습니다.

연락처 : cworld1975@koila.or.kr
rjs0508@koila.or.kr
웹사이트 : <https://koila.or.kr>
전화 : 02-786-6112
주소 : 서울특별시 종로구 인사동 5길 29 4층 405호



150+

주요 다국적 기업들이 SFC
커뮤니티에 가입해 GLEC
프레임워크를 구현하기 위해
노력하고 있습니다.

SFC 커뮤니티란?

GLEC 회원마당



구성

소개 - 8

- 1. 계산하기 - 14
- 2. 배출 결과 활용 - 56
- 3. 데이터 - 75
- 4. 부록 - 126

약어 - 155
용어사전 - 158

제작진

Verena Ehrler, Alan Lewis,
Andrea Schön, Giacomo Lozzi,
Jan-Philipp Jarmer,
Kerstin Dobers

© Smart Freight Centre. 2023.
본 출판물은 출처를 명시하는 한 저작권
소유자의 특별한 허가 없이 교육 또는
비영리용으로 그 형태를 불문하고 전체 또는
일부를 복제할 수 있습니다. 이 출판물을
출처로 인용한 모든 자료의 사본을 Smart
Freight Centre에 제공해 주시면
감사하겠습니다. Smart Freight Centre의 사전
서면 허가 없이 본 출판물의 재판매 또는
상업적 목적의 사용을 금합니다.

권장 인용 문구

Smart Freight Centre.
Global Logistics Emissions Council
Framework for Logistics Emissions
Accounting and Reporting;
v3.0 edition, revised and
updated (2023).

1

계산하기

Chapter 1
GLEC 프레임워크의 기초

Chapter 2
계산 단계

Chapter 3
TOC 또는 HOC의 배출 강도 계수를
설정하는 단계

Chapter 4
개별 운송 수단과 허브에 대한 정보 및 요구사항

참조

2

배출결과 활용

Chapter 1
배출량 보고

Chapter 2
보고의 활용

Chapter 3
글로벌 도입 전망과 방향

참조

3

데이터

Module 1
배출 계수

Module 2
기본 연비 및 온실가스 배출 강도 값

Module 3
냉매 배출 계수

Module 4
배출가스 계산의 예 - 단계별

참조

4

부록

모듈 5
유럽 화학 산업의 운송 온실가스
및 물류 배출량 계산

부록 : 단위 변환

약어
용어사전

각 패널을 클릭하면 해당 섹션으로 이동합니다.

물류 배출량 산정 소개 화물 운송이 기후에 미치는 영향

운송 수요는 아시아, 아프리카 및 라틴 아메리카를 중심으로 2050년까지 3배로 증가할 것으로 예상됩니다.

국제교통포럼에서 발표한 가장 낙관적인 시나리오에서도 2050년까지 모든 운송 수단을 합한 운송 수요가 2배 증가하여 270조 톤-km가 넘을 것으로 예상하고 있습니다. 수치가 가장 크게 나타나는 시나리오에서는 거의 350조 톤-km에 달할 것으로 예상됩니다.³

우리가 노력하지 않으면 화물 운송 배출량은 2050년까지 두 배 이상 증가할 것입니다.

물류가 기후에 미치는 영향이 계속 커지고 있습니다

물류 부문은 글로벌 경제의 핵심인 공급망에서 중요한 역할을 합니다. 해운과 철도 부문은 석유 및 천연가스와 같은 에너지 자원 뿐만 아니라 철강, 비료 및 컨테이너로 운송되는 소비재와 같은 상품의 흐름을 가능하게 하는 핵심 요소입니다. 항공 부문은 시간에 민감한 제품과 고가의 소비재를 운송하는 데 중요한 역할을 합니다.

가장 기본적인 운송 수단은 도로 운송으로, 전 세계 소비지로 화물을 운송하는 가장 보편적인 방식입니다. 이러한 모든 운송 수단은 화물이 보관, 재포장 및 유통되는 다양한 종류의 운송 허브로 연결됩니다.

물류 및 운송 부문의 기후 영향은 전 세계 석유 수요의 약 60%를 차지합니다. COVID-19 팬데믹 기간 동안의 운송 활동 감소로 도로 운송과 항공 운송 수요가 크게 줄어들어 온실가스 배출이 일시적으로 크게 감소했습니다. 국제에너지기구 (IEA)는 팬데믹 기간 동안의 도로 운송 수요 감소로 인해 전 세계 석유 수요가 50% 감소하고, 항공 운송 수요 감소로는 36% 감소했다고 추정하고 있습니다. 이와 동시에 태양광(PV)과 풍력에너지 같은 저탄소 기술에 대한 수요가 전례 없는 수준으로 증가하여, 이들의 글로벌 에너지에서 차지하는 비중이 20%를 넘었습니다.⁴ 실제로 2021년까지 운송 관련 석유 수요는 팬데믹 이전 수준보다 낮아져 2019년에 비해 CO₂ 배출량이 연간 600Mt 감소했습니다. 하지만 그 이후 운송 수요 증가와 관련된 온실가스 배출량 증가 추세가 다시 시작되어 현재까지 이어지고 있습니다.⁵ 따라서 기후 목표를 달성하기 위한 추가적인 조치가 필요합니다.⁶

우리가 바꿀 수 있습니다

물류 부문의 성장이 반드시 배출량 증가를 의미하는 것은 아닙니다. 실제로 산업화 이전 수준에서 지구 온도 상승을 1.5°C로 제한한다는 기후 목표를 달성하려면, 정부와 물류 부문을 포함해 다수의 소비자들이 화물 운송의 탈탄소화를 위해 협력해야 합니다.

화물 혼적, 운송 수단 전환, 에너지 저감형 운행과 같은 보다 효율적인 운영 방식을 통해 자본 투자 없이도 배출량을 감소시킬 수 있습니다. 또한, 이용할 수 있는 배출가스 제로 및 저감 운송 기술도 더욱 다양해지고 있으며, 특히 운송 및 물류 현장에서 재생 에너지를 채택할 경우 탄소 배출량 감소에 크게 기여할 수 있습니다. 탈탄소화 정책을 야심차게 추진하면 업계의 행동을 촉진해 추가적인 감축으로 이어질 수 있습니다. 우리가 목표 달성을 위해 제대로 나아가고 있는지 확인하려면 탄소 배출량을 추적하고 보고하는 것이 필수적입니다.

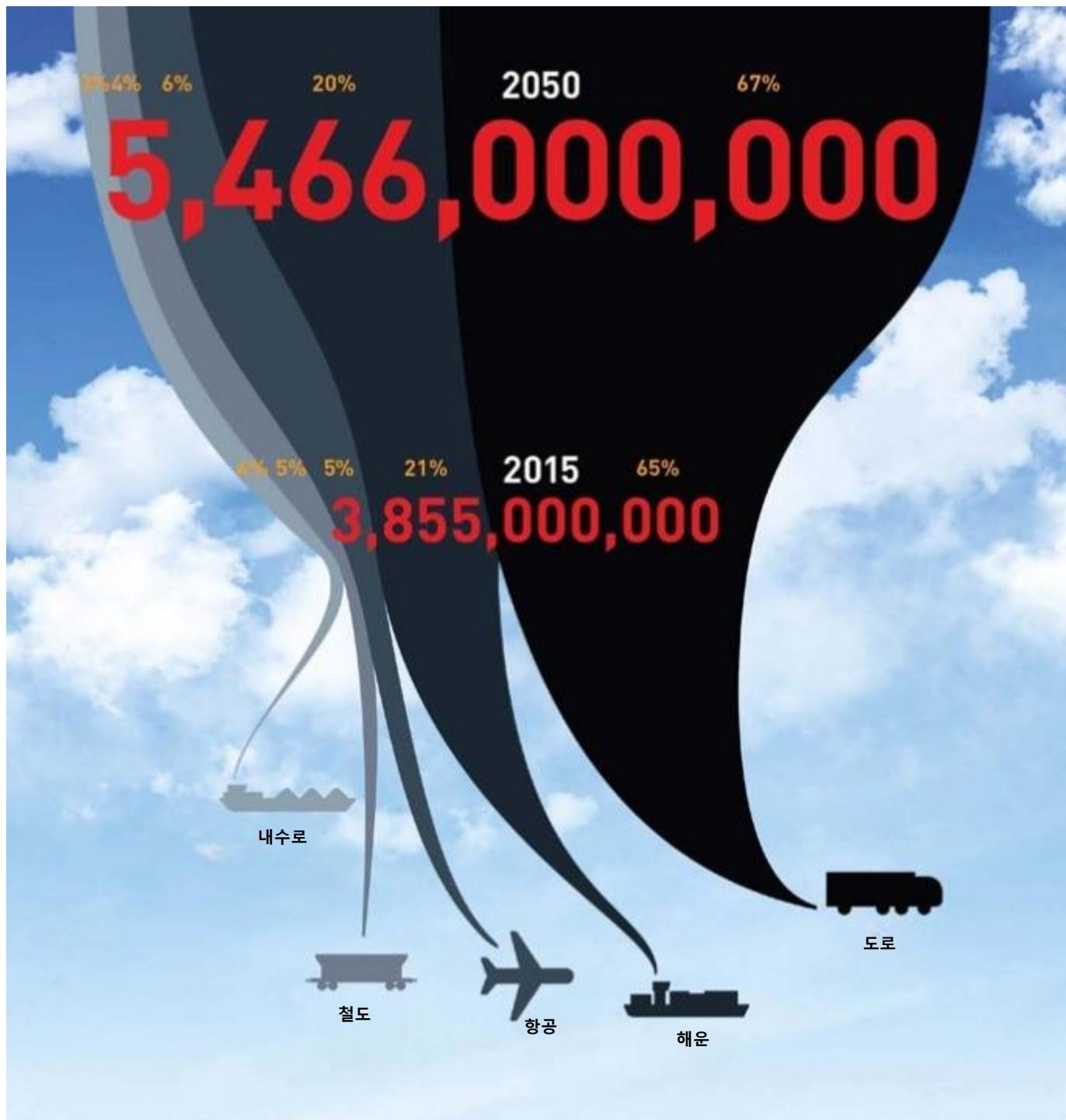


그림 3
각 운송 수단은 정도의 차이는 있지만 물류 배출량에 영향을 줍니다.

물류 배출량은 42% 증가할 것으로 예상되지만,
2025년까지 순배출량이 거의 Zero가 되어야 합니다!

■ 톤 CO₂

출처: International Transport Forum Outlook 2021

기업들이 GLEC 프레임워크를 사용하는 이유

온실가스 배출량은 구매자, 공급업체, 투자자, 고객 및 정부 등과 기후 지속 가능성에 대해 소통하는 기본적인 지표로 자리잡았습니다. 기업은 운영 및 공급망 계획과 목표 설정에 있어서 온실가스 배출량을 시간 경과에 따라 추적하여 총 배출량과 배출 강도를 핵심성과지표(KPI)로 사용할 수 있습니다.

그럼에도 물류산업에 있어 탄소 회계는 상대적으로 여전히 새로운 영역입니다. 물류 부문은 복잡하기 때문에 기업 규모와 역량에 상관없이 모든 기업에 적용할 수 있는 간단하고 실용적인 방법이 필요합니다. GLEC 프레임워크가 바로 그러한 방법을 제시합니다.

GLEC 프레임워크가 공급망과 지역 전반에 걸쳐 온실가스 배출량 산정하는 방법은 다음과 같습니다.

프레임워크는 산업 표준과 연동됩니다

GLEC 프레임워크는 ISO 14083을 준수하며, 온실가스 프로토콜에서도 인정받고 있습니다. 탄소공개 프로젝트 (Carbon Disclosure Project, CDP)에 물류 배출량을 보고하고, 과학기반 목표 이니셔티브(Science-Based Targets Initiative, SBTi)에 따른 목표 설정에 권장되는 방법입니다.

프레임워크는 모든 운송 이해관계자에게 적용될 수 있습니다

프레임워크는 전체 운송망을 포괄하기 때문에 운송업체, 물류 서비스 제공업체(LSP) 및 화주 뿐만 아니라 정부, 투자자와 Green Freight 프로그램과 같이 배출량 정보를 필요로 하는 여러 최종 사용자들이 활용할 수 있습니다. 운송 관련 배출량을 이제 막 산출하기 시작한 회사부터 운영 및 공급망의 배출량을 완전히 파악한 회사에 이르기까지 모든 회사에 적용할 수 있으며, 이제 막 배출량을 산출하기 시작한 회사가 더 발전하여 전반적인 배출량을 산출해 목표를 달성할 수 있도록 활용 가능하고 현실적인 방법을 제시합니다. 전 세계적으로 적용할 수 있기 때문에 운송 분야의 탄소 회계 규정을 제정하려는 정책 당국에서도 지침으로 활용할 수 있습니다.

프레임워크를 의사 결정에 활용할 수 있습니다
온실가스 회계를 투자와 조달, 판매 전략에 활용해 다양한 시나리오의 영향력을 평가하고, 투자 대비 탄소 수익률을 예측하며, 실행 이후의 기후 목표에 대한 진척 상황을 추적할 수 있습니다. 이를 통해 기후와 건강에 미치는 영향을 줄이는 동시에 효율성을 높이고 비용을 절감할 수 있습니다.

프레임워크는 Green Freight 프로그램과 연동할 수 있습니다

Green Freight 프로그램은 전 세계의 화주와 운송업체를 연결하는 데 중요한 역할을 합니다. 운송 활동 관련 회계와 보고는 Green Freight 프로그램이 추구하는 공급망의 효율성과 지속 가능성에 대한 노력이라는 광범위한 전체 과정의 일부분입니다.

GLEC는 미국환경보호청(US EPA) SmartWay, Clean Cargo, Lean & Green, Clean Air Transport, Sea Cargo Charter, Smart Freight Alliance China 및 Programa de Logística Verde와 같은 글로벌 Green Freight 프로그램과의 파트너십을 맺고 있어 전 세계적 규모의 탄소 회계와 배출 감소를 효율화하는 데 필수적입니다.

GLEC 프레임워크 사용 방법

GLEC 프레임워크는 명확한 지침을 제공하면서도 이용자의 상황에 맞는 구체적 수요도 충분히 적용할 수 있도록 구성되어 있습니다. 이 프레임워크는 송하인에서 수하인까지 운송망 전반에 걸쳐 경계에 대한 정의 및 데이터 확보 요구 사항에 대한 정보를 제시합니다. 이를 통해 운송망 분석 시 세부 내용의 수준을 다르게 설정할 수 있습니다. 또한 기본적인 '필수 항목'에서부터 고급 수준의 세부 정보에 이르기까지 보고 요구 사항을 매핑하기 때문에, 이용자가 운송 및 물류 서비스의 개선 가능성에 대한 최고의 인사이트를 얻을 수 있습니다.

GLEC 프레임워크는 운영 범주, 운송 운영 범주(TOC) 및 물류 허브 운영 범주(HOC) 개념을 도입했습니다. 이는 운영 특성에 따라 유사한 그룹을 묶은 것입니다. 이렇게 TOC와 HOC를 구분하면 프레임워크를 사용하는 기업의 특정 상황에 따라 제공받거나 사용되는 운송 서비스를 구조화 할 수 있고, 관련 배출 강도를 구분하는 도구로 활용할 수 있습니다. (자세한 내용은 섹션 1 Chapter 2의 계산 단계: 관련 TOC 또는 HOC의 확립에서 확인할 수 있습니다.)

프레임워크에서 제시한 양식은 사용하기 쉽도록 가장 일반적인 상황에 초점을 맞추고 있습니다. 더 쉽게 활용할 수 있도록 모듈 4에 예시와 회사별 활용 사례를 수록했습니다. 따라서 본 자료를 통해 온실가스 배출량 산정 및 보고에 익숙해질 수 있을 것입니다. 또한, 배출량 회계 도구를 사용해 본 고급 이용자들은 ISO 14083의 개념과 요구 사항에 필요한 모든 정보를 확인할 수 있을 것입니다. 출처를 쉽게 확인할 수 있도록 각 절의 마지막 부분에 관련 ISO 조항에 대한 정보도 제공합니다.

프레임워크 v2와 비교해 v3에서 새로 도입된 사항

GLEC 프레임워크 v3는 이전 버전과 마찬가지로 운송망과 해당 운송망 요소(TCE)를 출발점으로 삼고 있습니다. 그러나 분석 및 보고 부분이 다소 개선되었습니다.

GLEC 프레임워크 v2는 온실가스 프로토콜에서 제시한 회계 원칙에 따라 물류 배출을 세 가지 범위로 분류했습니다.

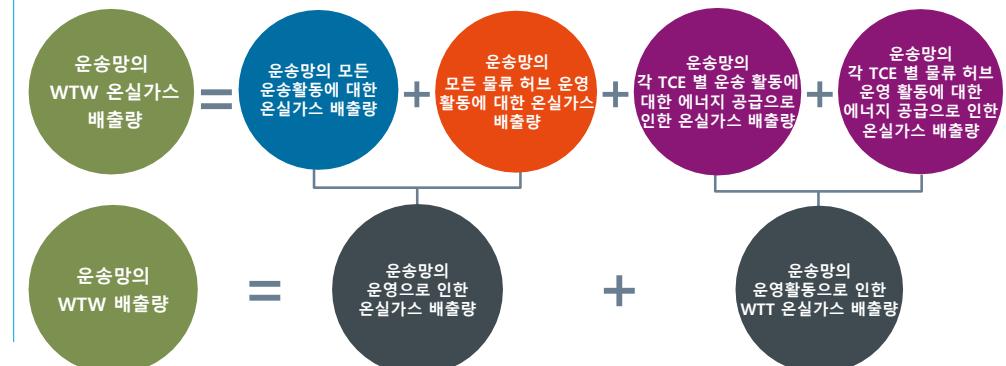
Scope 1은 보고 회사가 소유하거나 통제하는 자산에서 발생하는 직접 배출을,

Scope 2는 보고 회사가 구매한 전기, 열 및 증기의 생산과 유통에서 발생하는 간접 배출을,

Scope 3는 운송 관련 배출과 제품 사용과 같이 보고 회사의 공급망에서 발생하는 간접 배출을 포함합니다.

GLEC 프레임워크 v3는 ISO 14083에 따라 전체 온실가스 배출을 운송 또는 물류 허브 활동의 운영에 대한 에너지 관련 배출과 이러한 에너지 공급과 관련된 배출로 나눕니다. 운송 운영(물류 허브 및 운송 활동)의 배출은 tank-to-wheel(TTW) 배출("tank-to-wake"라고도 함)에 해당하고, 운송 활동 또는 물류 허브 운영에 사용되는 에너지 공급으로 인한 배출은 well-to-tank(WTT) 배출에 해당합니다.

그림 4
온실가스 배출 well-to-wheel(WTW)



그렇다면 Scope 1, Scope 2 및 Scope 3 배출량은 어디로 분류하면 될까요? 그림 5 산정 범위를 참조하세요.

운송 또는 물류 허브 운영에 사용하는 차량이나 장비의 소유권은 배출량 계산에 결정적인 영향을 미치지 않습니다. 어느 Scope에 해당하는지는 가치 사슬 내에서의 보고 기업의 입장(position)에 따라 결정됩니다. 공급망 파트너 간의 보고를 통해 운송 서비스 제공업체와 이용자가 연결됩니다. 기존의 Scope 3 운송 서비스 이용자는 Scope 1과 Scope 2 운송 서비스 제공업체로부터 수행한 활동과 관련 배출 강도 정보를 제공받거나 운송망에 대해 이미 계산된 정보를 제공받아야 합니다(자세한 내용은 섹션 2 Chapter 1 배출량 보고를 참조).

TOC와 HOC의 개념이 업데이트되어 그 중요성이 더 높아졌습니다. 이전에는 Transport Service Categories(TSC)로 분류되었던 TOC와 HOC의 목적은 크게 두 가지입니다. 첫번째는 배출 강도 값 계산에 필요한 경계 설정이고, 두번째는 특정 TCE에 대한 배출 강도 값 배정입니다. TOC와 HOC는 특성과 배출강도가 유사한 운송 또는 물류 허브 활동을 묶은 것입니다.

운송 또는 물류 허브 서비스를 범주별로 구분하기 위한 지침은 섹션 1 Chapter 4 개별 운송 방식에 대한 정보 및 요구 사항에서 확인할 수 있습니다. 운송 서비스 제공 기업은 핵심 고객의 정보 요구에 가장 부합하도록 자신의 특정 상황에 맞게 TOC와 HOC를 설정해야 합니다(TOC와 HOC에 대한 자세한 내용은 Chapter 3 TOC 또는 HOC의 배출 강도 요인을 설정하는 단계 참조).

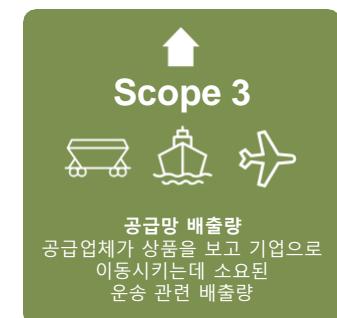
그 외에 변경된 사항은 다음과 같습니다.

- 운송 수단을 추가함 (파이프라인과 케이블카)
- 물류 허브 장비에 대한 에너지 공급 프로세스
- 에너지 인프라의 건설 및 해체 (배출 계수 내에 포함될 예정)
- 차량, 파이프라인, 환적 및 상하차 장비의 시동 및 공회전
- 파이프라인의 세척/배출 작업
- 차량 또는 물류 허브 장비 수준에서 에너지 운반기구의 연소 및/또는 누출
- 차량 및 물류 허브에서 사용되는 냉매의 누출
- 보고 요구 사항의 수정

그림 5

산정 범위

온실가스 프로토콜은 배출량을 Scope 1, 2, 3의 세 가지 범주로 분류합니다. ISO 14083에서는 이러한 범위 구분을 상업적 목적에 따른 구분으로 간주해 이렇게 구분하는 것을 선호하지 않습니다. 그 대신 ISO 14083은 직접 배출과 간접 배출로 구분합니다.



Scope 1 배출량은 보고 기업이 소유하거나 통제하는 자산에서 직접 배출되는 배출량입니다. 여기에는 고정식 또는 이동식 장비(예: 차량, 선박, 항공기, 기관차, 발전기) 및/또는 물류 거점(예: 창고) 관련 건물용 에너지, 열 또는 증기를 생산하기 위해 구매한 고체 또는 액체 연료의 연소가 포함됩니다.

Scope 2 배출량은 보고 회사가 자사의 물류 거점, 전기차 또는 기타 전기를 필요로 하는 소유 자산에서 사용하는 전기, 열 및 증기의 생산 및 유통에서 발생하는 간접 배출량입니다.

Scope 3 배출량은 보고 기업의 공급망에서 발생하는 간접 배출을 의미합니다. 가장 주목해야 할 점은 공급업체에서 보고 기업으로, 보고 기업에서 최종 고객으로

상품을 이동하는 데 필요한 운송 배출량이 포함된다는 것입니다. Scope 3에는 Scope 1에서 연소된 연료의 생산 및 유통, 구매한 상품과 서비스, 제품 사용 및 폐기에 대해 다룹니다.

온실가스 프로토콜에서는 Scope 3 배출량을 총 15개의 범주로 분류하고 있으며, 그 중 상당수는 구매한 상품과 서비스 같은 운송 관련 배출량을 포함하고 있을 가능성이 있습니다.

프레임워크의 구성

1 계산하기

Chapter 1 GLEC 프레임워크의 기초
Chapter 2 계산 단계
Chapter 3 TOC 또는 HOC의 배출 강도 계수를 설정하는 단계
Chapter 4 개별 운송 수단과 허브에 대한 정보 및 요구사항

참조

2 배출결과 활용

Chapter 1 배출량 보고
Chapter 2 보고의 활용
Chapter 3 글로벌 도입 전망과 방향

참조

3 데이터

Module 1 배출 계수
Module 2 기본 연비 및 온실가스 배출 강도 값
Module 3 냉매 배출 계수
Module 4 배출가스 계산의 예 – 단계별

참조

4 부록

모듈 5 유럽 화학 산업의 운송 온실가스 및 물류 배출량 계산
부록 : 단위 변환
약어
용어사전

이 문서는 크게 3개 섹션으로 나뉩니다.
섹션 1에서는 계산 방법을 설명합니다.
Chapter 1에서 GLEC 프레임워크의 기초와 원칙에 대한 개요를 소개하고,
Chapter 2에서는 배출량 산정 단계를 설명합니다.
Chapter 3에서는 TOC와 HOC의 배출 강도 계수 설정 방법을 소개합니다.
Chapter 4에서는 각각의 운송 수단과 물류 허브와 관련된 추가 정보가 제공됩니다.

섹션 2에서는, 계산 결과 보고 및 활용 방법에 대한 정보를 상세히 설명합니다. 섹션 2의 Chapter 1에서는 보고 및 공개에 대한 정보를,
Chapter 2에서는 탄소 배출량을 의사결정과 목표 설정에 활용하는 방법을 제시합니다.
Chapter 3에서는 화물 운송 배출량 계산 및 보고를 더욱 발전시키기 위한 다음 단계의 개발 목표에 대해 간략하게 설명합니다.

이전의 두 섹션에 이어 **섹션 3**에서는 실제 사례를 포함해 온실가스 배출량에 대한 데이터 확보와 계산에 대한 모든 추가 정보를 담고 있습니다.
섹션 3은 모듈별로 나뉘는데
모듈 1은 연료 배출 계수,
모듈 2는 기본 에너지 효율 및 CO₂e 강도 계수,
모듈 3는 냉매 배출 계수,
모듈 4는 계산 예시로 구성되어 있습니다.

참조 자료에 대한 정보는 각 섹션의 마지막 부분에서 확인할 수 있습니다. **섹션 4**에서는 모듈 5, "온실가스 계산 : 유럽 화학 산업의 운송 온실가스 및 물류 배출량 계산"에 대한 지침과 단위 및 환산 계수에 대한 추가 정보, 용어집 및 사용된 약어에 대한 정보를 확인할 수 있습니다.

실제로 물류 회계가 항상 선형적인 프로세스로 이루어지는 것은 아닙니다.
특정 운송 수단에 대해 자세히 알아보거나 용어집을 확인하거나 데이터 수집 지침을 찾기 위해 섹션 사이를 오갈 수도 있습니다. 새로운 데이터가 확보되면
프레임워크로 돌아가 계산을 보다 구체화할 수도 있습니다.
어떤 경우든 본 자료에서 여러분이 원하는 정보를 찾기를 바라며, 기타 문의사항은 www.smartfreightcentre.org로 연락해 주시기 바랍니다.

13

1

계산하기

:::: Chapter 1
:::: GLEC 프레임워크의 기초



Chapter 2
계산 단계

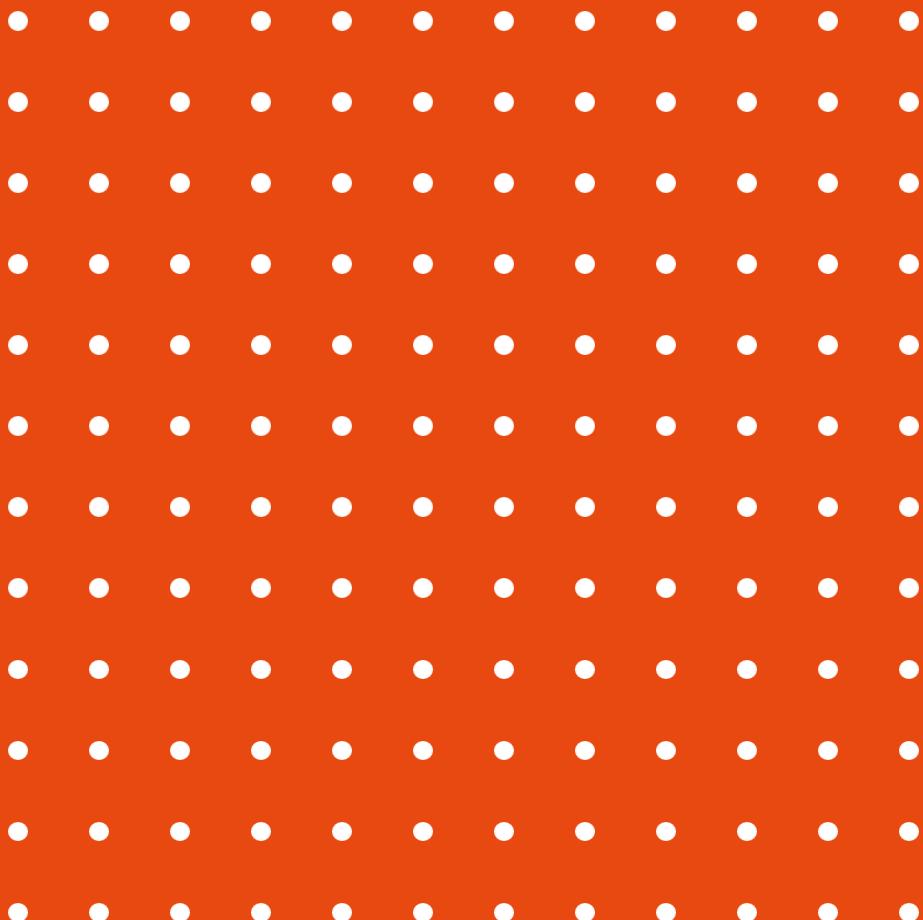


Chapter 3
TOC 또는 HOC의 배출 강도 계수를
설정하는 단계



Chapter 4
개별 운송 수단과 허브에 대한 정보 및 요구사항

참조



[여기클릭하면 섹션 1 목차 페이지로 돌아갑니다](#)

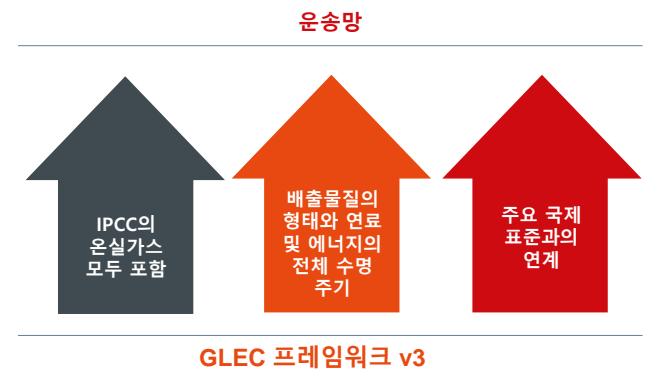


“GLEC 프레임워크의 기초”는 아래의 내용을 담고 있습니다.

1. 운송망의 운영 범위
2. 기후 변화에 관한 정부 간 협의체(IPCC)의 온실가스 및 기후 오염 물질 (2023 봄 기준)
3. 배출 물질의 형태와 연료 및 에너지의 전체 수명 주기
4. 주요 국제 표준 및 배출량 보고 프로그램과의 연계

GLEC 프레임워크를 적용하면 물류 배출량 산정의 기본 토대와 연계됩니다. 다음 Chapter에서는 이 방법의 기본 원칙과 경계를 정하여 프레임워크의 기초를 설정합니다.

그림 1
GLEC 프레임워크 v3의 기초





1. 운송망의 운영 범위

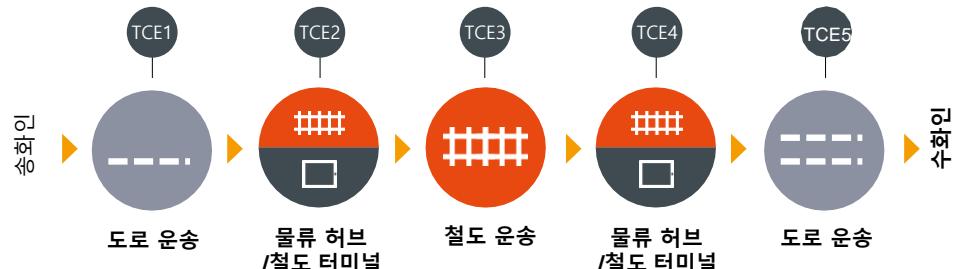
GLEC 프레임워크는 운송망 전반의 모든 화물 운송 및 물류 허브 운영을 다루는 것을 목표로 합니다. 이 프레임워크는 국내에서 국제 수준에 이르기까지 전 세계의 운송 운영을 포함합니다. 운송 중에 물품이 이동, 보관 또는 재포장되는 항구나 창고와 같은 환적 지점도 포함되며, 이러한 곳은 모두 물류 허브로 분류됩니다. 또한, ISO 14083에 따라 파이프라인 및 케이블카를 이용한 화물 운송도 새로운 GLEC 프레임워크에 추가되었습니다.

기업의 화물 운송과 물류 허브 운영으로 발생하는 배출량은 모든 운송망 배출량의 합계이며, 여기에는 기업 자체의 운영, 구매한 에너지와 하청 운영(Scope 1, 2 및 3)을 통해 발생하는 배출량과 연료/에너지 수명 주기 전체에서 발생하는 배출량까지 계산에 넣은 것입니다. 이 원칙은 운송서비스 제공자 뿐만 아니라 고객에게도 적용됩니다. GLEC 프레임워크 v3은 이러한 모든 요소를 포함합니다.

그림 2
GLEC 프레임워크
v3에 포함된 운송
수단



그림 3
운송망과 TCE의 예시



TCE 배출량을 기준으로 한 운송망의 배출량 계산

운송 작업으로 인한 온실가스 배출량 계산의 출발점은 “운송망”을 식별하는 것입니다. 운송망의 출발점은 언제나 화물이 송화인을 떠나는 지점(출발지)에서 시작되며, 발송인이나 화주를 의미하기도 합니다. 운송망은 화물이 수화인(보통은 화물의 수령인)에게 도착할 때 종료되며, 또한 화물에 대한 최초의 비운송 관련 작업이 수행되는 지점으로 정의되기도 합니다. 송화인과 수화인은 도매업체, 소매업체 또는 중개업체일 수도 있습니다.

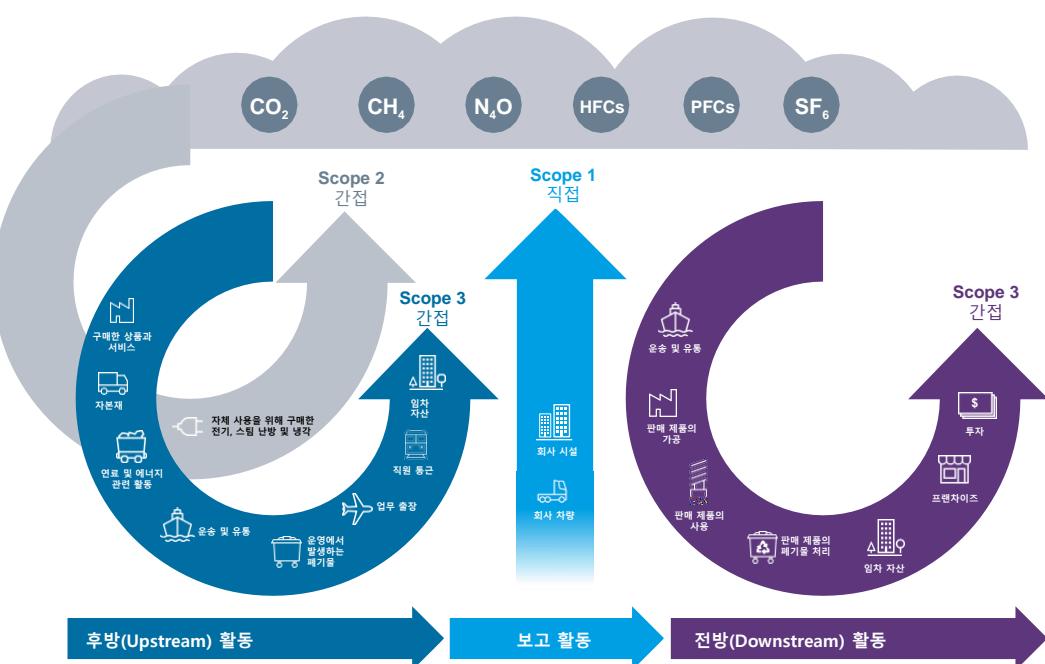
GLEC 프레임워크는 ISO 14083에 따라 운송망 별로 배출량을 계산합니다. 공차 운행을 고려한 배출량을 계산하기 위해 운송망의 차량 사용은 왕복 운행을 기준으로 하며, 이 기준은 배출 강도의 계산과 공동 운송 화물에 대한 배출량 할당에도 모두 적용됩니다.

따라서 일반적으로 화물이 송화인에서 수화인으로 한 방향으로만 이동하더라도 이에 수반되는 차량의 복귀도 포함되어 있습니다. 이를 통해 운송 작업과 관련된 모든 배출량이 포함되게 되는 것입니다.

일단 운송망이 식별되면, TCE로 세분화합니다. TCE는 단일 차량에 의해 운반되거나 단일 물류 허브를 통과하는 화물로 정의합니다. 따라서 차량이나 물류 허브를 변경할 때마다 별도의 TCE로 인식해야 하며, 온실가스 배출량도 별도로 계산해야 합니다.

각 TCE 별도 계산된 온실가스 배출량을 합산하여 전체 운송망의 배출량을 계산합니다 (그림 3 참조). 마지막으로, 기업의 물류 공급망 내 모든 운송망의 배출량을 합산해 기업의 전체 화물 및 물류 배출량을 계산합니다.

그림 4
온실가스 프로토콜⁷에 따른 Scope 1, 2, 3



기업의 3개 Scope 배출량 계산

온실가스 프로토콜의 핵심 목표 중 하나는 특정 기업의 직접 배출량을 모두 고려하는 것입니다(물류 배출량 산정 소개, 산정 범위의 정보 상자를 참조). 이 목표를 달성하기 위해 기업의 직접 소유 배출량(Scope 1), 간접 소유 배출량(Scope 2) 및 비소유 간접 배출량(Scope 3)으로 구분합니다.

기업 즉, LSP나 화주의 배출량은 기업과 그 하청업체가 사용하는 운송망의 모든 배출량을 합산하여 계산합니다. Scope 1 또는 Scope 3으로 분류되는 배출량은 기업의 관점에 따라 다릅니다. 선사나 트럭운송업체의 경우, 운송 관련 배출량은 Scope 1으로 분류되지만, 그들의 고객(LSP 또는 화주) 입장에서는 이 배출량이 Scope 3로 분류됩니다.

ISO 기준 참조: 1. 소개 3. 정의, 특히 3.1.25 운송망(TC)과 3.1.26 운송망 요소(TCE)

2. IPCC의 모든 온실가스 및 기후 오염 물질을 포함

우리는 새로운 가스와 기후와의 관련성에 대해 지속적으로 연구하고 있습니다. 따라서 온실가스 목록은 정기적으로 업데이트됩니다.

GLEC Framework v3는 ISO 14083, 온실가스 프로토콜, SBTi 및 유엔 IPCC에 포함된 현재의 온실가스 목록과 완전히 동일합니다.⁸ 이러한 온실가스 배출량은 이산화탄소 등가량 (CO_2e)으로 정량화됩니다.

그 이유는 이산화탄소가 물류 운영에 따른 온실가스 배출량의 대부분을 차지하므로 배출량을 정량화하는데 표준 기준이 되기 때문입니다.

CO_2e 는 지구온난화지수(GWP)에 따라 다양한 온실가스의 지구 온난화 영향을 나타내는 공통 단위입니다. 따라서 ISO 14083에 따라 GLEC Framework 전반에 걸쳐 CO_2e 를 사용합니다.

ISO 14083 및 GLEC Framework v3에 포함된 온실가스는 다음과 같습니다:

- CO_2 Carbon Dioxide 이산화탄소
- CH_4 Methane 메탄
- CFCs Chlorofluorocarbons 염화불화탄소
- HFCs Hydrofluorocarbons 수소불화탄소
- NF_3 Nitrogen trifluoride 삼불화질소
- N_2O Nitrous oxide 아산화질소
- PFCs Perfluorocarbon 과불화탄소
- SF_6 Sulphur hexafluoride 육불화황
- SO_2F_2 Sulfuryl fluoride 플루오린화황

블랙 카본

블랙 카본은 복합탄화수소 연료의 불완전 연소로 인해 배출되는 미세 입자를 의미합니다. 이 연료를 많이 사용하는 화물 운송 분야에서 흔히 나타납니다.

블랙 카본은 지구온난화지수와 인체 건강에 부정적인 영향을 미치는 단기성 기후 오염물질입니다. GLEC 프레임워크에서는 "물류 부문의 블랙 카본 방법론"에서 블랙 카본 배출량을 계산하는 방법을 별도로 제시합니다. 블랙 카본 계산 방법은 Smart Freight Center(SFC), UN 기후 및 청정 대기 연합, 국제 청정 운송 위원회 및 미국환경보호청의 SmartWay 팀이 개발해 GLEC 프레임워크 v2에 선택 사항으로 포함되어 있으며, ISO 14083의 선택 사항("정보") 부록으로도 포함되어 있습니다.

블랙 카본 방법론에서는 GLEC 프레임워크와 동일한 원칙으로 블랙 카본 배출량을 계산하는 방법을 제시합니다.

더 알아보기: <https://www.ccacoalition.org/en/resources/black-carbon-methodology-logistics-sector>



3. 연료와 에너지로 인한 모든 형태의 배출을 포함

GLEC 프레임워크는 운송 작업과 관련된 모든 물류 배출량 뿐만 아니라 이러한 작업과 관련된 에너지 또는 연료 공급으로 인한 배출에 대해서도 다룹니다.

여기에는 에너지 소비가 연소, 연료 누출 또는 냉매 누출로 인한 것인지에 상관없이 모든 운송 작업 관련 프로세스로 인한 에너지 소비가 포함됩니다.

물류 허브 운영 프로세스의 경우, 모든 취급 활동, 현장 운송 및 환적 뿐만 아니라 난방과 온도 조절장치를 포함한 상하역 장비와 시설도 고려 대상입니다. GLEC 프레임워크 v3에서 다루고 있는 범위는 다음과 같습니다.

- 차량 운영 프로세스
- 물류 허브 장비 운영 프로세스(지게차, 팔레트 트럭 등을 포함)
- 차량 에너지 공급 프로세스
- 물류 허브 장비 에너지 공급 프로세스*
- 우회 및/또는 경로 이탈 거리를 포함한 차량의 모든 실차(*loaded*) 및 공차 운행
- 에너지 인프라 건설 및 철거 프로세스*
- 차량, 파이프라인, 환적 및 상하차 장비의 시동 및 공회전 프로세스*
- 파이프라인 세척/배출 프로세스*
- 차량 또는 물류 허브 장비 수준에서의 에너지 운송장비의 연소 및/또는 누출*

- 차량과 물류 허브에서 사용되는 냉매의 누출*

* = GLEC 프레임워크 v2 이후 새로 추가된 사항임

GLEC 프레임워크 v3는 운송망의 일부인 모든 물류 허브 뿐만 아니라 모든 운송 방식을 포함하고 있으므로 그 형태를 불문하고 이러한 작업을 수행하는 모든 외부 하청업체의 에너지 소비와 연소, 누출까지 포함합니다.

공급된 에너지 배출량이 포함되도록 보장

사용할 수 있는 에너지 소비 데이터에 대한 최적의 배출량 계산 결과를 확보하려면, 가장 확보하기 쉽거나 권장되는(예: 정부 규정) 온실가스 배출 계수를 사용해야 합니다. 이를 통해 전방 프로세스와 에너지 운송장비의 배출량을 포함시킬 수 있습니다. 개별 에너지 운송장비의 경우 다음의 활동이 포함됩니다.

- 고체, 액체 및 가스형 에너지 운송장비: 에너지원 인프라 생산 및 철거, 1차 에너지 추출 또는 재배, 화학 처리, 에너지 운반장비 생산의 모든 단계에서의 에너지 운송 및 유통(파이프라인 포함)
- 전기: 1차 에너지의 추출, 가공 및 송전, 발전, 발전 인프라(예: 태양광 패널 또는 풍력 터빈 제조), 송전 및 배전과 관련된 그리드 손실

에너지원 기반 시설의 생산 및 철거가 권장되거나 사용 가능한 최적의 온실가스 배출 계수에 포함되지 않은 경우 이러한 사실을 배출량 보고서에 기입해야 합니다. 배출량 계산 시에 특정 프로세스를 생략해서는 안됩니다.

이러한 일반 규칙에도 불구하고 특정 프로세스를 생략한 경우, 이를 보고서에 명시하고 그 근거를 제시해야 합니다 (섹션 2 Chapter 1 배출량 보고 참조).

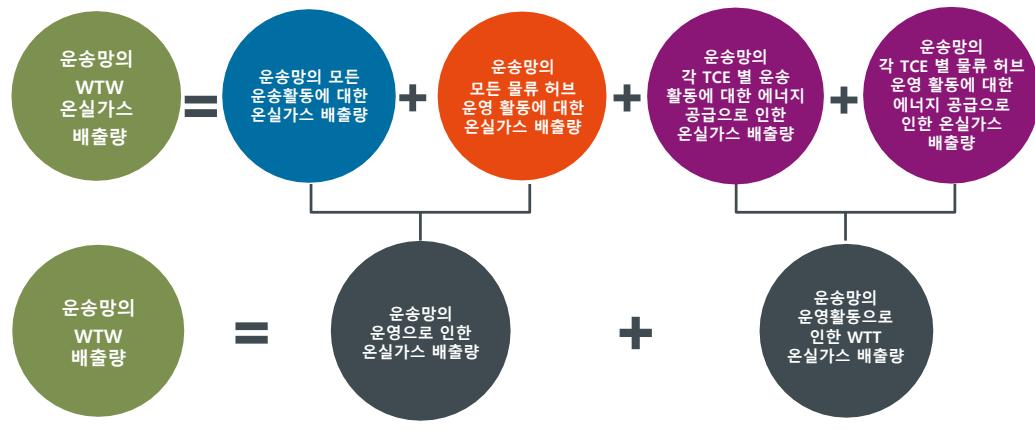
그림 5 운송망의 WTW 배출량 계산하기

GLEC 프레임워크 v3와 ISO 14083에서의 WTT 배출량은 에너지 공급 배출량을 의미합니다. WTT는 "운송 연료(휘발유, 디젤, 전기, 천연가스)가 생산되는 순간부터 연료가 공급되는 순간(재충전 또는 주유소)까지 소비되는 에너지와 배출되는 온실가스를 계산하는 방법"을 의미합니다.⁹

"tank-to-wake"(탱크에서 배출까지) 배출이라고도 하는 TTW 배출량은, GLEC 프레임워크 v3에서는 운송 운영 활동 배출량을 의미하며 물류 허브 운영 활동 배출량도 포함합니다.

TTW는 "운송 연료가 차량으로 전달되는 시점(재충전 또는 주유소)부터 방출되는 시점(이동 중 연료 또는 전기의 소비)까지 소비된 에너지와 배출된 온실가스를 계산하는 방법"입니다.⁹

WTW 또는 "well-to-wake" 배출량은 WTT와 TTW 배출량의 합계입니다. 이를 활용하면 하나의 TCE의 총 배출량이 됩니다. ISO 14083과 마찬가지로 GLEC 프레임워크 v3도 WTW 개념 즉, 운송망과 그 요소의 총 배출량을 포함한다는 개념을 기반으로 하고 있습니다.





연료/에너지 수명 주기 전반에 걸친 배출량 계산

ISO 14083과 GLEC 프레임워크 v3에서는 운송망의 배출량 계산 시 연료/에너지 전체 수명 주기를 포함해야 합니다. 여기에는 에너지로 인한 배출량과 연료 소비 배출량 TTW뿐만 아니라 WTT라고 불리는 에너지 및 연료 공급 단계의 배출량이 포함되며, 이를 합쳐서 WTW 배출량이라고 합니다(그림 10. 운송망의 WTW 배출량 계산 참조). 따라서, GLEC 프레임워크 v3를 사용하는 기업은 모든 운송망의 배출량 계산에 사용된 연료/에너지로부터 발생하는 WTW 배출량을 포함해야 하며, 운송 작업으로 인한 배출량과 이와 관련된 에너지 공급으로 인한 배출량 모두를 고려해야 합니다.

대체 에너지원에 대한 특별 고려 사항

운송 또는 물류 허브 운영 활동의 전체 배출량을 포함하려면 에너지 공급(WTT) 배출량도 포함되어야 합니다. 대체 에너지원을 사용하는 경우 이 작업이 어려울 수 있습니다. 특히 온실가스가 WTT 단계에서 배출되는 경우(예: 수소 및 전기)나 연소 시 배출되는 CO₂가 공급원로 생산 단계에서 탄소 격리에 의해 상쇄되는 경우(바이오 연료)에 특히 관련성이 높습니다.

바이오 연료와 재생 에너지원의 시장 점유율이 높아짐에 따라 ISO 14083에서는 에너지 공급 배출량에 포함시키기 위한 지침을 제공하고 있습니다.

바이오 연료

바이오 연료 생산은 기존 연료와는 공급 원료와 관련 프로세스가 달라 생산 방법이 훨씬 다양하기 때문에 에너지 공급 (WTT)에 대한 하나의 표준 배출 강도값이 없습니다. 바이오 연료 제공업체에서 이 값을 직접 제시할 수 있으며, 수명 주기 데이터베이스, 정부 기관 및 Green Freight 프로그램을 활용할 수도 있습니다. ISO 14083의 부록 J에 상류 활동 및 배출량 관련 활동의 계산 시에 고려해야 할 요소들을 설명하고 있습니다.

기존 연료에 바이오 연료가 포함되어 있는 경우

기존 연료에 소량의 바이오 연료가 포함되어 있는 경우가 있는데, 이는 GLEC 프레임워크 배출 계산 시에 반영될 확률이 높습니다.

전기

전력 소비로 인한 배출량을 계산할 때, 전력 생산 시에 사용된 에너지원을 고려해야 합니다. 따라서 사용 전기를 생산하는데 사용된 에너지원을 기준으로 특정 배출계수를 적용해 전기 사용량을 CO₂e로 변환합니다. 배출 계수는 kWh당 배출된 CO₂의 중량으로 표시합니다.

재생 가능 에너지원으로 운송시스템을 전동화하는 것은 운송 부문이 성공적으로 유의미한 탈탄소화를 이루기 위한 핵심 전략으로 간주되고 있습니다. 전동화된 운영을 통해 배출량을 추적하려면 기업에서 국가별 또는 지역별 전기 배출 계수를 수집해야 합니다.

재생 가능 에너지 기술에 대한 투자가 증가하면서 일부 국가의 전기 배출 계수가 빠르게 변하고 있습니다. 따라서 기업 데이터베이스를 주기적으로 업데이트해야 합니다.

국제 에너지 기구(IEA)에서는 국가 전력 배출 계수 목록을 매년 업데이트해 발간하고 있기 때문에 기업들이 이 정보를 활용할 것을 권장합니다. 배출계수 정보는 IEA 웹사이트에서 구매할 수 있습니다.

IEA 전력 배출 계수에는 다음의 데이터가 포함되어 있습니다.

- 전기 생산 중 발생한 gCO₂/kWh
- 전기 생산 중 발생한 CH₄의 gCO₂e/kWh 기여분
- 전기 생산 중 발생한 N₂O의 gCO₂e/kWh 기여분
- 송전 및 배전 손실로 인한 배출량(gCO₂/kWh) 보정값
- 거래로 인한 배출량(gCO₂/kWh) 보정값

WTW 접근 방식을 완벽하게 활용하려면 이러한 모든 요소가 국가 전력 배출 값에 포함되어야 합니다. (ISO 14083 부록 J.3에서 전력 배출 계수의 적용, 특히 지역별, 시장별 배출 계수 적용에 대해 자세한 지침을 제시하고 있습니다.)

수소 연료 전지

본 자료의 발행 시기를 기준으로 수소 연료 전지 WTT 배출량에 대한 공인된 값은 없습니다. 수소 생산 및 유통에 대한 상세한 정보는 생산기업에 문의하시기 바랍니다.



4. 주요 국제 표준 및 기본 방법론과의 조화

GLEC 프레임워크의 핵심은 물류 운영에 대한 탄소 회계에 있어 국제적으로 진행되고 있는 많은 노력들과 조화를 이루고 있다는 것입니다.

국제 표준을 기반으로 전 세계의 업계, 전문가, 실무자 및 정부가 개발한 친환경 운송 프로그램에 적용된 다양한 관행과 지침을 일치시키고 있습니다. 이를 통해 결과값의 호환성과 비교 가능성을 향상시키고 데이터 수집 및 보고 작업을 간소화 할 수 있습니다.

다음 표는 GLEC 프레임워크 v3와 연계된 주요 국제 표준 및 방법론에 대한 개요입니다(표 1).

GLEC 프레임워크에서 제외되는 항목

다음 항목은 온실가스 배출량 계산에 포함되지 않습니다:

- 냉매의 생산 및 공급 프로세스
- 폐기물
- 운송 서비스에 관련된 기업의 관리(간접) 수준 프로세스
- 차량 및 운송 또는 환적 장치의 제조 과정 (예: 차량 생산과 관련해 내재된 온실가스 배출)
- 차량 또는 환적 및 상/하역 장비의 유지 보수 및 폐기
- 차량이 사용하는 운송 인프라(예: 도로, 내수로 또는 철도 인프라) 또는 환적 및 상/하역 인프라의 건설, 서비스, 유지보수 및 철거 프로세스
- 물류 허브 내에 위치한 소매 및 숙박 서비스와 같이 물류 허브의 운송 운영과 구분되며 부수적인 기능을 하는 사업체

주의: 모든 형태의 탄소 상쇄 조치나 온실가스 배출권 거래의 결과값은 제외됩니다. 이 값은 운송망의 온실가스 배출 계산값에 포함되지 않으며, 운송 부문에 대한 과학 기반 목표의 진척 상황을 추적하는 데에도 적합하지 않습니다. 그러나 이는 기업의 주장 근거에 따라 기업의 후속 환경 보고 및 주장에 포함될 수는 있습니다.

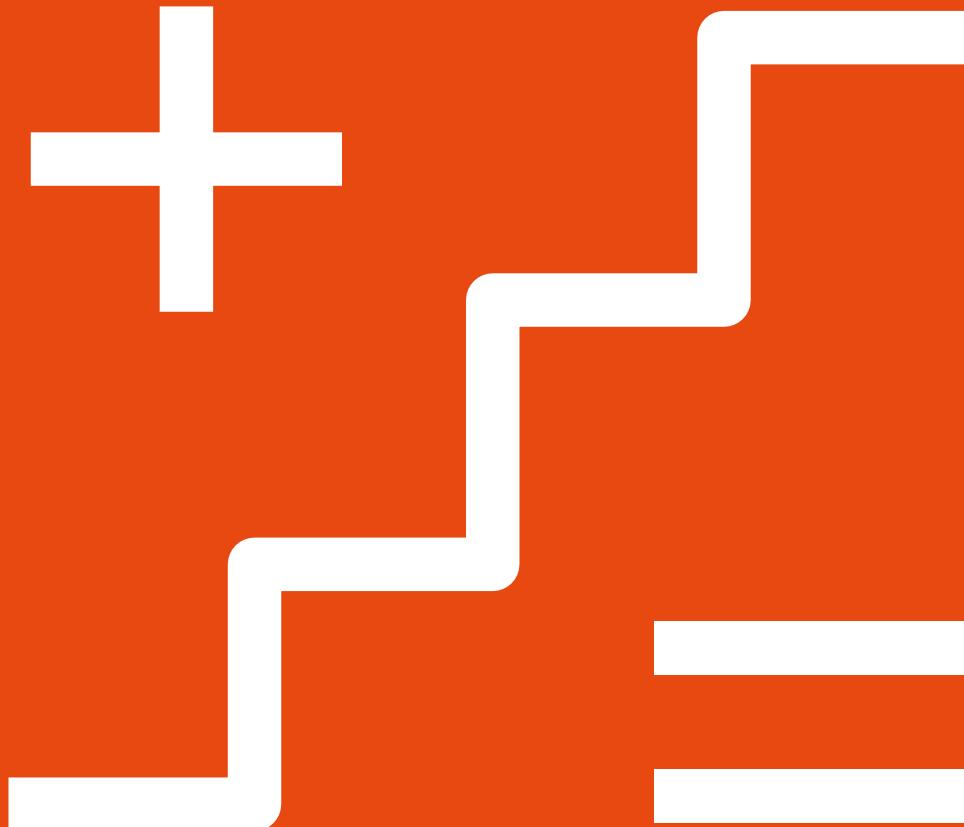
ISO 참조: 5.2 시스템 경계, 특히 5.2.2 프로세스, 5.2.3 컷오프 기준의 적용, 5.2.4 미포함 프로세스, 5.2.5 선택적 프로세스, 부록 J(표준) 온실가스 배출 계수에 대한 추가 요구사항 및 지침.

표 1
GLEC 프레임워크와 연계된 배출량 산정 및 보고 방법 개요

일치 수준	규범 / 표준 / 지침
GLEC 프레임워크 v3 전반적으로 일치도가 높음	ISO 14083 Greenhouse Gas Protocol v1 • Corporate Accounting and Reporting Standard • Scope 2 Guidance, and Corporate • Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard
	IPCC Good Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC guidance)
항공	SBTi International Air Transport Association Recommended Practice 1678 (2022년 개정) ¹⁰ 및 RP 1726 2022 ¹¹
케이블카	SmartWay Air Cargo Tool ¹²
물류 허브	ISO 14083 Guide for Greenhouse Gas Emissions Accounting at Logistics Sites v2 ¹³
	Guidance for Greenhouse Gas Emission Footprinting for Container Terminals ¹⁴
내수로	SmartWay Barge Carrier Tool ¹⁵ GHG Emission Factors for Inland Waterways Transport ¹⁶
파이프라인	International Maritime Organization Ship Energy Efficiency Operation Index ¹⁷
철도	ISO 14083 EcoTransIT: Methodology and Data Update 2022 ¹⁸
도로	SmartWay Rail Carrier Tool ¹⁹ 4.2 2022 (Europe ²⁰), SmartWay Road Carrier Tool ²¹
해운	International Maritime Organization Ship Energy Efficiency Operation Index ¹⁷ Clean Cargo Carbon Emissions Accounting Methodology ²² (현재는 컨테이너 운송에만 적용됩니다.)

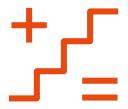
1

Chapter 2 계산 단계



[여기](#)를 클릭하여 섹션 1 목차 페이지로 돌아갑니다

1 | Chapter 2
계산 단계



기업의 화물 및 물류 배출량은 다수의 TCE(운송망 요소)로 구성된 운송망에서 발생하는 배출량의 합계입니다. GLEC 프레임워크 v3는 상향식 접근법을 사용하며, TCE에서부터 시작합니다.
이 Chapter에서는 각 TCE의 배출량 계산 방법을 단계별로 설명합니다.

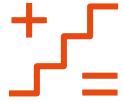
온실가스 배출량 계산은 3단계로 수행됩니다:

1. TCE의 운송 활동을 계산합니다.
2. 해당 TCE의 배출 강도를 식별하여 관련 TOC 또는 HOC를 설정합니다.
3. 운송 활동과 배출 강도 값을 곱하여 TCE의 배출량을 계산합니다.

그림 1
계산 단계



다음 페이지에서 이러한 단계에 대해 자세히 설명합니다.



TCE 활동의 계산

운송 활동의 계산

TCE의 운송 활동은 톤-킬로미터(tonne-km 또는 tkm)로 표현합니다. 따라서 TCE의 운송 활동을 계산하려면 운송되는 화물의 중량과 거리를 설정해야 합니다. 화물의 중량은 미터톤(1미터톤 = 1000 kg) 또는 kg으로 측정합니다. 다른 중량 단위를 사용하는 경우, 보고서에 이를 명시해야 합니다. 경우에 따라 다른 접근 방법이 필요할 수도 있습니다.

- 운송 화물의 중량이 kg 또는 미터톤이 아니라 TEU(20피트 컨테이너 단위)로만 표시된 경우, TEU당 평균 중량을 10톤으로 가정할 수 있습니다. 컨테이너가 가벼운 경우 약 6톤을 적용할 수 있으며, 무거운 경우 평균 무게를 14.5톤으로 가정할 수 있습니다.
- 소포, 우편화물 또는 기타 컨테이너용으로 작업된 특수 화물의 경우 다른 중량 단위를 적용할 수 있습니다. 다른 중량 단위를 사용한 경우 문서상에 명시해야 합니다. (자세한 내용은 ISO 14083 5.4.2를 참조하십시오.)

운송 활동 거리는 km 단위로 측정되며, 송화인에서 수화인까지의 거리를 의미합니다.

다른 거리 단위를 사용할 수도 있지만, 이 경우 문서상에 명확하게 표기해야 합니다. 운송 활동 거리는 가능한 최단 가능 거리(SFD) 또는 대권거리(GCD)입니다. (거리 계산 관련 텍스트 상자를 참조하십시오).

결과값은 톤-킬로미터로 표현됩니다. 1톤-킬로미터는 1톤의 화물이 1킬로미터 이동한 것을 의미합니다. 톤-킬로미터는 화물 운송의 효율성을 표현하는 데 유용하고 일관된 "공통 분모"를 제공하며, 이는 "갤런당 마일" 또는 "100km당 리터"와 같은 간단한 연료 효율성 지표와 유사합니다.

화물의 중량과 거리를 정확하고 일관되게 측정하는 것은 의외로 매우 어려운데, 그 이유는 이 개념이 아직 기업 단위까지 보편적으로 보급되지 않았기 때문입니다. 화주는 운송업체로부터 이 정보를 얻기 어려울 수 있으며, 운송업체는 운송활동과 실제 에너지 소비 간의 연관성을 파악하는데 어려움을 겪을 수 있습니다. 다음 단락에서 화물의 중량과 운송 거리 설정 방법에 대한 지침을 제시합니다.

운송 중량 데이터 수집

GLEC 프레임워크에서는 운송되거나 취급되는 물품의 양을 정량화하는 기준으로 실제 화물 질량(일반적으로 '중량'이라고 함)을 사용합니다.

물류 허브 운영의 운송 활동을 설정할 때 접근 방식과 고려 사항이 다르게 적용됩니다.

TCE의 활동 계산



TCE의 적용 가능한 배출 강도 식별



TCE의 배출량 계산

하지만 계산 시에 운송업체나 LSP가 사용한 추가 포장재나 취급 장비 즉, 운송 작업을 위해 운송업체가 사용하는 팔레트 등의 중량은 포함되지 않아야 합니다. 중량 정보는 운송관리 시스템(TMS) 등에서 송장이나 선하증권을 통해 확인할 수 있습니다.

ISO 기준 참조: 5.4.2 화물 운송

중량 계산 시에는 제품과 함께 운송하기 위해 화주가 제공한 포장재를 포함해야 합니다.

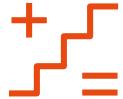


그림 2 TCE의 운송 활동 계산하기



운송 거리 데이터 수집

GPS와 텔레매틱스 시스템의 발전을 고려해 볼 때 운송작업 거리 데이터를 수집하는 것이 간단해 보일 수 있지만, 거리를 일관되고 정확하게 수치화하는 것은 물류 배출량 계산을 복잡하게 만드는 요소 중 하나입니다.

화물은 여러 운송 구간과 운송 수단을 거쳐 이동하며, 복수의 운송업체가 취급하기도 합니다. 때로는 운송업체의 네트워크를 반영하여 경유지를 거치는 경우도 있으며, 기상 상태, 조수(tides), 건설공사 또는 교통 상황에 따라 경로가 수정되기도 하는데 이러한 정보는 다른 당사자에게 전달될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있습니다.

차량 적재율과 효율을 높이기 위해 화물을 통합하는 공유 운송자산을 통해 화물이 이동하는 경우 개별 운송에 최적화된 최단 경로에 비해 이동 거리가 길어져 더욱 복잡해집니다.

GLEC 프레임워크는 운송망과 TCE 개념을 기초로 하고 있습니다(자세한 내용은 섹션 1 Chapter 1의 '운송망 참조', 운송망의 거리는 화주가 운송업체에 화물을 인도하는 시점(화주로부터 떠나는 시점)부터 다른 운송업체 또는 수화인에게 인도되는 시점까지 측정됩니다. 운송 TCE의 거리는 단일 차량에

운송되는 화물로 정의되며(물류 허브 TCE는 거리가 0으로 간주됨), 차량이나 물류 허브가 변경될 때마다 별도의 TCE로 구분해서 계산해야 합니다. 거리 정보는 직접 측정하거나 추정값으로 각 TCE의 거리를 수집해야 합니다. GLEC 프레임워크에서는 거리 설정 기준으로 일반적으로 3가지 방식을 사용하는데 SFD와 GCD 그리고 거리 조정 계수(DAF)로 보정한 실제 거리입니다.

각 운송 수단에 대한 거리 계산 지침은 섹션 1의 Chapter 4 운송 수단 정보에서 확인할 수 있습니다.

각 TCE별로 화물의 중량과 거리가 정해지면, 운송 활동을 톤-킬로미터 단위로 계산할 수 있습니다. 이 작업은 톤 단위로 측정된 화물의 중량을 특정 화물의 운송 활동 거리(킬로미터 단위로 측정)에 곱하는 것입니다.

결과적으로 톤-킬로미터는 중량과 거리를 결합하여 화물 운송 활동의 기준을 나타내는 것입니다. 운송활동은 각 TCE의 적하물별로 계산해야 한다는 점이 중요합니다. ISO 14083에 따라, 적하물은 "최초의 화주로부터 최종 수화인까지 함께 운송되는 하나 또는 그 이상의 식별 가능한 화물의 모음"입니다. 전체 TCE의 톤-킬로미터를 설정하려면, 개별 적하물의 톤-킬로미터를 다음 단계에서 합산해야 합니다.

운송 거리

SFD

SFD는 차량의 물리적 제한(예: 중량 및 높이), 도로 유형, 지형 및 교통 체증과 같은 실제 운행 조건을 고려한 상태에서 두 지점 간의 가장 실용적인 최단 경로를 의미합니다. 일반적으로 경로 계획 소프트웨어를 사용하여 확인할 수 있으며, 대부분의 상황에서 권장되는 방법입니다. (단, SFD는 차량 종류에 부적합한 지름길이나 도심에 흔한 교통 체증을 감수하려는 경우, 최단거리를 반영하지 않을 수도 있다는 점에 유의해야 합니다.)

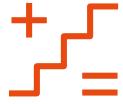
GCD

'직선 거리' 또는 '직선 경로'로 알려진 GCD는 현재 항공 운송에 초점을 맞춘 거리 측정 방법입니다. GCD는 지구의 곡률을 포함한 두 지점 간의 가장 짧은 거리입니다. 복합운송 공급망 전반에서 거리 측정을 표준화하는 매력적인 방식이지만, 현재 항공 업계 외부에 널리 알려지거나 수용되지는 않았습니다.

DAF로 보정된 실제 거리

SFD나 GCD 모두 사용할 수 없는 경우, 실제 거리와 DAF를 결합하여 사용할 수 있습니다. 주행거리계 값이나 실제 경로를 알고 있는 경우 사용하는데, 일반적으로 운송업체만이 실제 거리를 알고 있습니다. 대부분의 경우, 화주나 LSP는 하청 운송업체가 실제 이동한 거리 정보에 접근할 수 없습니다. DAF를 적용하면 온실가스 배출량 계산 시 다양한 요소 간의 호환성이 가능해집니다. 배출 강도는 실제 거리를 기준으로 계산하는데 반해 최종 사용자가 SFD를 기반으로 한 운송 활동에만 접근할 수 있는 경우에 특히 중요합니다.

ISO 기준 참조: 1. 서론과 3. 정의, 특히 3.1.27 운송 거리와 3.3.4 거리 조정 계수



물류 허브 운영 활동의 계산

물류 허브 운영 활동은 센터를 출발하는 적하물의 출하량, 즉 출하 화물의 톤수로 나타냅니다.

화물 중량에 포장재를 포함

화물의 중량을 정할 때 화주가 제공한 포장재의 중량을 포함해야 한다는 점을 명심해야 합니다.

단, 팔레트나 컨테이너와 같이 운송이나 물류 허브 운영에 필요한 포장 관련 자재의 중량은 포함되지 않습니다. 그러나 공컨테이너를 운송할 때는 그 자체가 화물로 간주되며, 공컨테이너의 중량이 운송 및 취급되는 화물의 중량이 됩니다.

TCE에 적용 가능한 배출 강도의 식별

특정 TCE에 적용되는 배출 강도를 식별하려면 이 TCE가 어느 TOC 또는 HOC에 연결되는지를 확인해야 합니다. TOC는 유사한 특성을 가진 화물 운송 작업 그룹이고, HOC는 유사한 특성을 가진 물류 허브 작업 그룹입니다. 별도로 명시하지 않고 관련 보고서에서 설명하지 않는 한 역년(calendar year)을 기준으로 분류합니다.

이러한 공통 특성은 운송 수단, 운행 유형, 운송되는 화물의 종류, 온도 조절이 필요한

운송, 특정 무역로, 운송 화물의 성질 또는 계약의 성격 등 다양한 기준으로 정할 수 있습니다(TOC를 정하기 위해 사용할 수 있는 특성에 대한 추가 내용은 섹션 1의 Chapter4 운송 수단별 정보에서 확인할 수 있습니다). 화물이나 적하물을 낱개로 운송하는 경우는 거의 없습니다. 일반적으로 공간과 시간을 최적화하기 위해 묶음 처리를 합니다. TOC와 HOC를 식별하면 각 개별 운송작업에 대한 배출 강도를 계산할 필요가 없게 됩니다.

TOC와 HOC 모두 분석이 필요하거나 사용 가능한 데이터에 따라 다양하게 세분화 할 수 있습니다(TOC와 HOC의 세분화에 대한 권장 사항은 다음 페이지를 참조하십시오). ISO 14083에서는 사례를 제시하고 있습니다. (다음 페이지의 TOC와 HOC의 세분화에 관한 권장 사항을 참조하십시오)

- 단일 운행에서의 단일 차량에 대한 TOC
- 다중 일정에서의 단일 차량에 대한 TOC
- 단일 운행에서의 특정 차량 종류에 대한 TOC
- 다중 일정에서의 특정 차량 종류에 대한 TOC
- 단일 일정에서의 특정 차량 그룹에 대한 TOC
- 다중 일정에서의 특정 차량 그룹에 대한 TOC
- 관련 서비스로서의 환적 및/또는 창고 역할을 하는 물류 허브 또는 터미널 등

관련 TOC 또는 HOC의 배출 강도 값을 기반으로 개별 운송망 요소의 배출량을 계산할 수 있습니다.

톤-킬로미터(tkm) 계산 방법 예시

적하물	톤	킬로미터	톤-킬로미터
1	10	1,000	10,000
2	40	400	16,000
3	400	300	120,000
4	10	700	7,000
5	60	1,200	72,000
합계 tkm			225,000

이러한 TOC 또는 HOC 특정 배출 강도는 1차 데이터를 사용하여 계산하거나 모델링할 수 있으며, 사용 가능한 데이터에 따라 기본 값을 적용할 수도 있습니다(데이터 범주 정보 박스 참조). 중요한 점은 양질의 1차 데이터와 모델링된 데이터만이 운송 작업과 운송망 분석에 대한 실제 조건을 대표한다는 것입니다.

TCE 활동의 계산



TCE의 적용 가능한 배출 강도 식별



TCE의 배출량 계산

기본 계수는 실제 상황에 가장 가까운 근사값일 뿐입니다. 기본 계수를 적용하면 탄소 배출량을 KPI로 사용하는 운송업체, 경로 및 기타 운영상의 차이에 대한 평가가 제한적일 수 밖에 없습니다.

TOC와 HOC의 세분화에 대한 권장사항

차량 구성을 고려합니다.

- 만약 온도조절 서비스에 특화된 운송업체가 40톤 트럭들을 운영하고 있다면, 제공되는 서비스는 큰 차이가 없을 것입니다. 이 경우 운송업체는 전체 차량에 대해 하나의 배출 강도를 설정하고 사용할 수 있으며, 즉 전체 차량이 하나의 TOC("다중 일정에서의 특정 차량 유형에 대한 TOC")를 나타냅니다.

- 운송업체의 차량 크기가 다양하고 제공 서비스 유형도 다양한 경우, 이에 맞게 차량 사양을 조정해야 합니다("다중 일정에서의 특정 차량 그룹에 대한 TOC"). 이러한 차량 그룹은 일정은 다양하지만 배출강도는 유사한 간선운송(linehaul)과 라스트마일 배송 등으로 더 세분화될 수 있습니다. 서비스를 서로 비교할 수 없고 배출 강도가 다른 경우, 지역 vs 구역, 인구 밀집 도시 지역 vs 농촌 지역 등으로 TOC를 더 세분화해야 합니다.

TOC와 HOC의 내용은 제공되는 운송 서비스의 주요 이해관계자들의 내용과 동일하게 일치시킵니다. 고객이 여러 제공업체의 배출량을 합산해야 할 경우, 모든 제공업체가 적용한 TOC와 HOC가 서로 비교 가능하고 일관된 방식으로 사용되어야 하기 때문입니다.

일부 고객을 위한 별도의 클러스터. 만일 고객이 운송 서비스에서 사용되는 에너지율을 변경할 때 배출량에 어떠한 영향을 미치는지 알고 싶어 한다면, 특정 일정(그룹)과 관련된 차량 그룹을 별도의 TOC(또는 HOC)로 분류해야 합니다. 그러면 해당 특정 운송 서비스에 대한 정보를 생성하여 그러한 변화가 미치는 영향을 파악할 수 있습니다. (이는 특히 인셋팅(inserting) 프로젝트에서 중요합니다.)

항공 운송에서의 거리별 분류. 항공 운송에서는 탄소 강도와 비행 거리 간에 선형적인 의존성이 없습니다. 이륙과 착륙이 항공부문 배출량에 큰 영향을 미치므로, TOC는 거리별 분류(단거리와 장거리 비행)를 고려해야 합니다. 항공기의 크기(적재용량)와 유형(화물기 vs. 여객기)도 관련이 있으므로 고려해야 합니다. 마지막으로, 지속 가능한 항공 연료(SAF) 사용이 특정 공항 간 운행(전세기)과 관련이 있는 경우, 관련 TOC의 세분화 수준을 고려해야 합니다("특정 일정에서의 특정 차량에 대한 유형").

운송 작업은 절대 두개의 서로 다른 TOC로 나눌 수 없습니다. 각 운송 작업은 하나의 특정 TOC에 할당되어야 하기 때문입니다. 반면, 하나의 TOC에는 여러 종류의 추진용 에너지가 있거나 운송 요건이 서로 다른 다양한 활동 유형이 있을 수 있습니다. 디젤과 LNG 차량을 혼용하는 것이 하나의 예입니다. 투명성을 높이기 위해 다음과 같은 유형의 TOC가 존재하며, 각 TOC는 그 중 하나로 구분되어야 합니다.

- 화물 전용 TOC (일반적인 사례)
- 온도 조절장치를 장착한 화물 전용 TOC
- 승객과 화물을 함께 존재하는 운송 수단의 TOC(예: 페리)
- 기타 모든 경우의 TOC

TOC는 반드시 차량이 운행한 전체 왕복 구간을 반영해야 합니다. 왕복 운행은 출발지로의 즉각적인 복귀를 의미하는 것은 아니며, 동일한 지점에서 시작하고 끝나는 순차적인 그룹 운행을 포함할 수 있습니다.

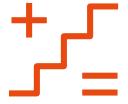
- 비대칭적인 운송 흐름을 고려하여, 온실가스 배출을 균형 있게 측정하기 위해 왕복 운송의 일부인 공차 운행과 모든 적재 운행을 포함합니다.
- 공컨테이너나 팔레트가 운송 서비스 구매자를 위해 운송되는 경우, (예를 들어, 재배치를 위한 경우 등) 그 자체로 화물이 됩니다.
- 차량이나 선박을 편도용으로 용차·용선한 경우는 예외로 하며, 이 경우에는 운송 업체의 네트워크와 화물 화주의 시스템 내에서 구체적으로 구분합니다.
- 파이프라인은 그 사용 및 인프라가 가진 특성으로 인해 왕복 운행 개념에서 제외됩니다.

HOC의 요소. HOC로 구분하기 위해서는 수행 작업의 규모와 구성, 특성에 영향을 미치는 요인을 고려해야 합니다. 예시는 다음과 같습니다.

- HOC를 구성하는 물류 허브 작업의 수와 유형 (예: 화물의 취급, 상하차, 선적/하역, 운송 현장)
- HOC에 포함된 물류 허브 작업의 성격과 일관성 (예: 전동화 또는 비전동화)
- 입고 및 출고 운송과 운송수단 변경과의 관련성
- 화물의 상태를 유지하거나 탑승객의 건강과 안전을 보장하는 데 필수적인 모든 프로세스
- 취급 화물의 성격 (예: 팔레트화, 컨테이너화, 개별 품목)
- 온도 관리, 재포장 등 운영작업과 관련해 에너지 소비와 배출을 유발하는 활동

물류 허브 작업은 두 개의 서로 다른 HOC로 나눌 수 있는데, 이는 각 물류 허브 작업이 하나의 특정 HOC에 할당되어야 하기 때문입니다. 하나의 물류 허브는 다른 HOC의 일부로 분류되는 허브 작업을 수행할 수 있습니다. (HOC 설정에 활용할 수 있는 특성에 대한 추가적인 내용은 섹션 1의 Chapter4 "개별 운송 수단 및 물류 허브에 대한 정보 및 요구 사항"에서 찾아 볼 수 있습니다)

ISO 기준 참조: 7. 정량화 조치, 특히 7.1 일반 사항, 6.3 운송 작업 별위 (TOCs) 및 물류 허브 작업 분류 (HOCs) 6.3.2.1 운송 작업을 TOCs로 분류 및 6.3.3.1 물류 허브 작업을 HOCs로 분류



데이터 범주와 품질

사용되는 데이터 유형은 결과값의 정확성에 직접적인 영향을 미치며, 그에 따라 정보의 제공, 운송 작업의 효율성 분석 및 배출 저감조치를 추적하는 등의 활동에 결과값을 어느 정도 사용할 수 있는지에도 영향을 미칩니다. 따라서 고품질의 일관성 있는 데이터를 수집하고, 사용되는 데이터 유형과 계산 방식을 명확히 하는 것이 중요합니다. 고품질 운송 데이터 수집에 대한 구체적인 지침은 미국 환경보호청(EPA의) SmartWay에서 제공하고 있습니다.²³

ISO 14083에 따라 데이터의 종류는 다음과 같습니다.

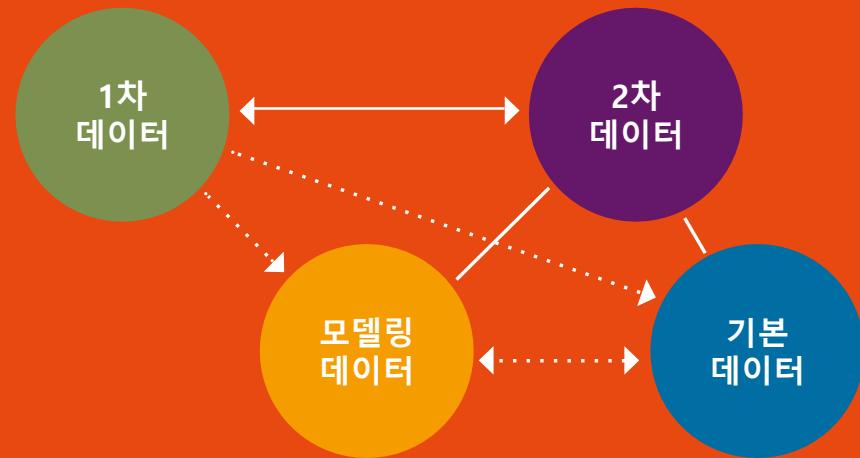
- 1차 데이터
- 2차 데이터
- 모델링 데이터
- 기본 데이터

1차 데이터. 1차 데이터는 "직접 측정하거나 직접 측정을 기반으로 계산을 통해 프로세스나 활동을 정량화한 값"⁹입니다. 양질의 1차(실제) 데이터는 운송 또는 물류 거점 운영업체가 Scope 1 온실가스 배출량을 계산하는 데 사용해야 하는 데이터입니다. 또한, 운송서비스 이용자가 Scope 3 배출량을 계산하기 위해 운송업체로부터 수집해야 하는 데이터 유형이기도 합니다. 1차 데이터는 주유 영수증이나 연간 에너지 소비 지출과 같은 매우 정확한 정보에서부터, 1년간의 차량 이동에 대한 에너지 소비나 배출 강도를 반영하는 통합된 값까지 다양합니다.

2차 데이터. 2차 데이터는 1차 데이터가 아닌 모든 데이터를 의미합니다. 다시 모델링 데이터와 기본 데이터로 구분할 수 있습니다.

모델링 데이터. 모델링 데이터는 "운송 작업 또는 물류 허브 운영에 대한 1차 데이터 및/또는 온실가스 배출 관련 매개변수를 고려한 모델"을 사용하여 생성한 데이터를 의미합니다. 회사와 툴 제공업체는 위탁 화물의 크기에 따른 유형, 출발지, 목적지 및 중간 경유지, 사용 차량, 적재율 등 사용 가능한 정보를 이용해 에너지 소비 및 배출량을 모델링합니다. 모델 결과값의 정확도는 운송 작업과 가정값, 모델 알고리즘의 세부 수준에 따라 달라집니다. 일반적으로 1차 데이터보다 기본 데이터에 의존해 가정할 경우 출력값의 불확도(uncertainty)가 증가합니다. 데이터 모델링을 위해 툴에 내장된 방법이 GLEC 프레임워크와 일치하는지 확인하는 것이 중요합니다.

기본 데이터. 다른 데이터를 사용할 수 없는 경우 최후의 수단은 업계 평균 운영 관행을 대표하는 기본 데이터를 사용하는 것입니다. 기본 데이터는 배출량에 대한 일반적인 지표를 제공하고, 주요 문제가 발생하는 지점을 밝혀내며, 정확도를 높이기 위해 추가 데이터 수집이 필요한 우선순위를 체계적으로 제공할 수 있습니다. 물류 배출량 계산의 품질을 높이기 위한 작업을 시작하는 기업들을 지원하기 위해 프레임워크의 섹션 3 모듈 2에서는 정밀도가 다양한 기본 데이터를 제시하여 배출량에 대한 일반적인 지표를 확인할 수 있도록 했습니다. 공급업체와의 소통이 원활하면 실제 조건에 대한 이해도를 높여 가장 적절한 기본 계수를 선택할 수 있습니다. 차량 구성, 에너지



종류, 온도 조절, 지형 등에 대한 구체적인 정보를 통해 정확성을 높일 수 있습니다. 사용된 모든 기본 데이터의 출처를 명시해야 합니다.

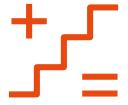
GLEC 프레임워크는 방법론적 측면을 최대한 일치시키기 위해 설계되었습니다. 온실가스 배출량 계산은 신뢰할 수 있는 방법 뿐만 아니라 양질의 입력 데이터가 중요합니다. 사용된 데이터의 유형은 결과값의 정확성에 영향을 미치므로 정보의 제공, 배출 저감 조치를 추적하는데 결과값을 어느 정도 사용할 수 있는지에도 영향을 미칩니다. 따라서 사용되는 데이터의 유형과 계산 방법을 명확히 규정하는 것이 중요합니다.

기업이 적절한 자격을 갖춘 독립된 제3의 기관을 지정하여 입력 데이터와 계산 프로세스에 포함된 모든 가정을 검증하도록 하는 것을 권장합니다. 필수는 아니지만, 제3자 검증은 프로세스 및/또는 공표된

결과에 대한 신뢰도를 높이기 위한 독립적 평가 방법입니다.

이 프로세스를 지원하기 위해 SFC에서는 GLEC 회원 및 자문위원들과 협력하여 GLEC 프레임워크와 ISO 14083에 동시에 적용되는 품질보증 체계를 개발했습니다. 이는 운송업체와 그 고객 및 검증기관이 GLEC 프레임워크의 채택 및 구현 그리고 계산 결과에 대한 요구사항을 평가할 수 있는 공통 프레임워크를 제공하기 위해서입니다. 자세한 내용은 www.smartfreightcentre.org에서 확인할 수 있습니다.

ISO 기준 참조 : 3.3.3 데이터 범주



TCE 배출량 계산

TCE의 활동 계산



TCE의 적용 가능한 배출 강도 식별



TCE의 배출량 계산

개별 TCE의 배출량을 계산하려면 운송 활동이나 물류 허브 운영 활동에 관련된 각각의 TOC 또는 HOC의 온실가스 배출 강도를 곱합니다.

이 마지막 단계에서 운송 활동과 물류 허브 운영 활동에 대한 접근 방법은 약간 다릅니다.

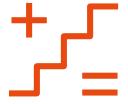
왜냐하면 운송 작업 TCE의 배출량 계산은 DAF로 보정해야 하기 때문입니다. 이 DAF는 TCE의 운송 활동을 정량화한 거리와 관련 TOC의 배출 강도를 정량화하는 데 사용되는 거리 유형이 서로 다를 때 필요합니다.

화물 운송 활동 TCE의 경우

$$\text{해당 TCE의 운송 활동에 대한 온실가스 배출량} = \text{운송 활동 (tkm)} \times \text{관련 TOC의 온실가스 배출 강도}$$

물류 허브 운영 활동 TCE의 경우

$$\text{TCE의 특정 물류 허브 운영 활동에 대한 온실가스 배출량} = \text{TCE의 특정 물류 허브 운영 활동} \times \text{관련 TOC의 온실가스 배출 강도}$$



운송 작업의 온실가스 배출은 에너지 공급 요소와 운영 요소 두 가지로 구성됩니다. 이를 통해 운영 배출량과 에너지 공급 배출량을 별도로 계산할 수 있습니다. TCE의 총 온실가스 배출량을 구하려면 운송 작업으로 인한 온실가스 배출량과 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출량을 합산합니다.

ISO 기준 참조: 10 운송 TCE의 온실가스 배출량 계산과 11 물류 허브 TCE의 온실가스 배출량 계산

운송 활동 TCE의 경우

$$\text{운송 활동 TCE의 총 온실가스 배출량} = \text{해당 TCE의 운송 활동에 대한 온실가스 배출량} + \text{해당 TCE의 운송 활동을 위한 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출량}$$

물류 허브 운영 활동 TCE의 경우

$$\text{물류 허브 운영 TCE의 온실가스 총 배출량} = \text{해당 TCE의 개별 물류 허브 운영으로 인한 온실가스 배출량} + \text{해당 TCE의 운영 활동을 위한 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출량}$$

색상 및 형태 코드

파란색 - 운송 관련 계산 및 값

주황색 - 물류 허브 관련 계산 및 값

노란색 - 에너지 공급 관련 값

녹색 - 운송 체인 관련 값

회색 - 기타 모든 값 : 회색 또는 흰색

합계 및 곱셈 결과값

확보해야 할 값

운송망을 네트워크에 추가하고 기업의 운송용으로 사용하기

운송망의 총 온실가스 배출량은 이를 구성하는 각 TCE의 온실가스 배출량을 합산하여 계산합니다. 각 TCE에 할당된 차량 운행으로 인한 온실가스 배출량, 차량 에너지 공급량, 특정 운송망의 TCE에 할당된 물류 허브 장비 운영 및 물류 허브 장비 에너지 공급량을 모두 합산하여 총 배출량을 산출합니다.

마찬가지로, 기업 전체의 배출량을 계산하려면 네트워크를 구성하는 모든 운송망의 배출량을 합산합니다.

이런 계산 방식은 다양한 운송망과 관련 요소들(즉, 운송 및 물류 허브 TCE)을 합산하여 기업 보고서 작성이나 비즈니스의 특정 하위 부문에 사용할 수 있습니다. 중요한 것은 각 TCE의 온실가스 배출량을 먼저 개별적으로 계산해야 한다는 것입니다.

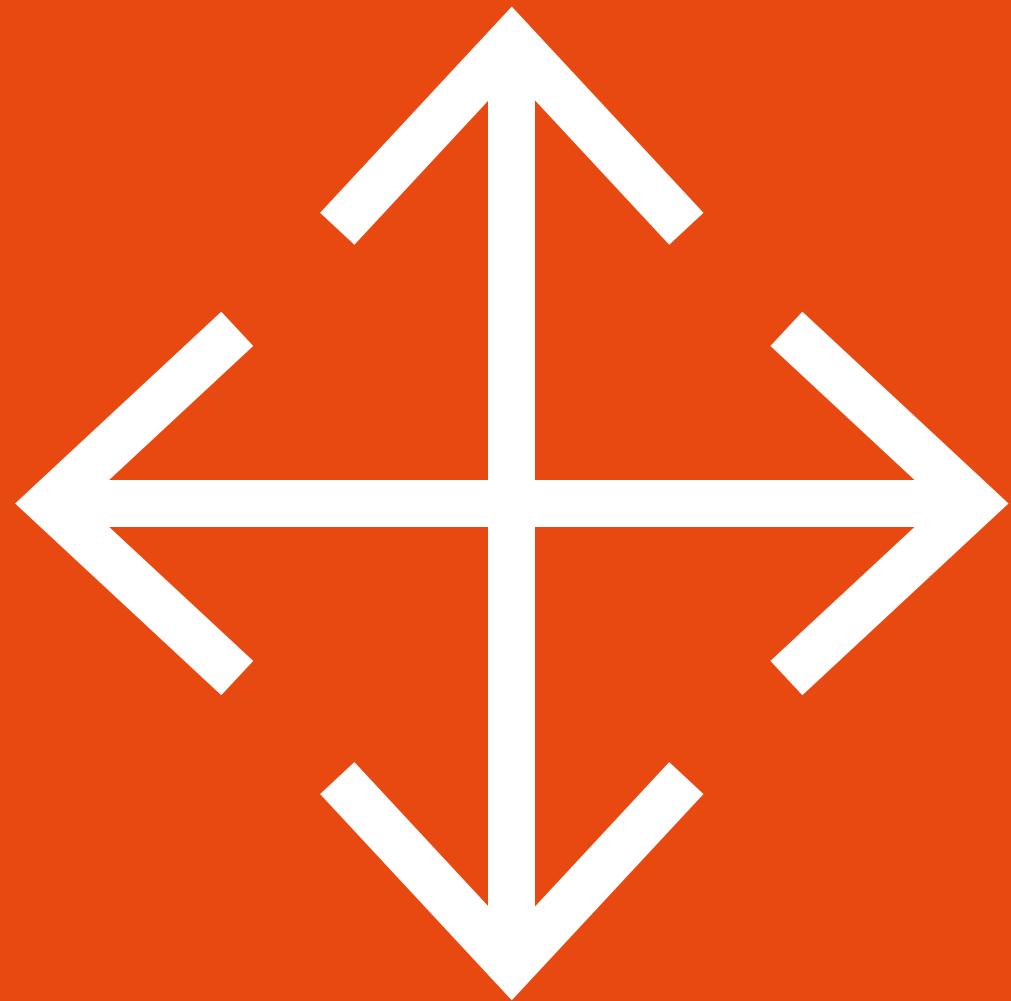
ISO 기준 참조 : 12 아래 하위 내용을 포함한 결과값 12.1 단일 운송 체인망 12.2 운송망 집합

$$\begin{aligned} \text{운송망의 온실가스 배출량} &= \text{운송망의 운송 활동에 대한 온실가스 배출량} + \text{운송망의 모든 물류 허브 운영 활동에 대한 온실가스 배출량} + \text{운송망의 각 운송 활동에 대한 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출량} \\ &= \text{TCE를 구성하는 모든 운송 활동에 대한 총 온실가스 배출량} + \text{TCE를 구성하는 모든 물류 허브 운영 활동에 대한 총 온실가스 배출량} \end{aligned}$$

1

Chapter 3

TOC 또는 HOC의 배출강도를 설정하는 단계



여기로 클릭하여 섹션 1 목차 페이지로 돌아갑니다

1

Chapter 3

TOC 또는 HOC의
배출강도를 설정하는
단계



TOC는 유사한 특성을 가진 운송 작업 그룹을 의미하며, HOC는 유사한 특성을 가진 물류 허브 작업 그룹을 의미합니다. 정해진 기간은 관련 보고서에 달리 명시되거나 설명되지 않는 한 일반적으로 1년입니다. 따라서 TOC와 HOC의 배출 강도를 설정하면 운송 작업의 효율성에 대한 투명성을 향상시키는 데 도움이 됩니다.

TOC 또는 HOC의 배출 강도 설정에 대한 일반적인 고려 사항

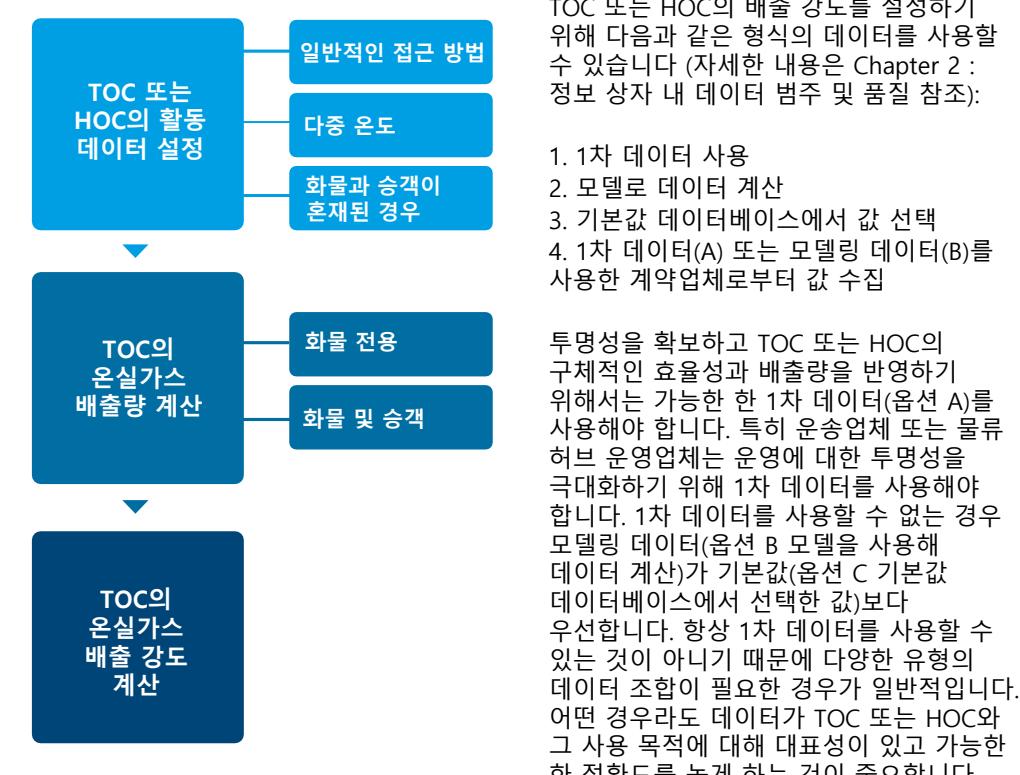
TCE의 온실가스 배출량을 계산하려면 관련 TOC 또는 HOC의 배출 강도를 설정해야 합니다(Chapter 3 "관련 TOC 또는 HOC 설정" 참조).

온실가스 배출 강도는 운송 또는 물류 허브 운영 활동으로 인해 발생한 온실가스 배출량과 관련이 있습니다. 이는 다음과 같이 표현할 수 있습니다.

- 운송의 경우, 톤-킬로미터당 CO₂e (또는 등가 단위)
- 화물용 물류 허브 처리량의 경우, 톤 처리량당 CO₂e (또는 등가 단위)

TOC 또는 HOC의 배출 강도를 설정하는 단계는 다음과 같습니다.

1. TOC 또는 HOC의 활동 데이터를 설정합니다.
2. TOC 또는 HOC의 에너지 사용량, 관련 배출 계수 및 온실가스 배출량 계산 방법을 설정합니다.
3. TOC 또는 HOC의 배출 강도를 계산합니다.



배출 강도 계산에 사용되는 데이터 출처

A. 1차 데이터 사용

1차 데이터 사용 시 다음 단계를 수행해야 합니다:

1. 온실가스 배출 정량화와 관련해 수행되는 모든 운송 및 물류 허브 작업을 식별해야 합니다.
2. 이러한 작업에 대한 TOC와 HOC를 설정해야 합니다.
3. 각각의 TOC와 HOC에 대해 각 온실가스 배출원(에너지 소비량, 냉매 누출 등)의 온실가스 활동 데이터를 식별해 정량화 한 후 온실가스 배출량으로 환산해야 합니다. 모든 온실가스 배출원은 해당 TOC 또는 HOC의 온실가스 배출량의 합계와 같습니다. 그런 다음 TOC 또는 HOC에 대한 해당 운송 또는 물류 허브 운영 활동을 계산하고, 마지막으로 해당 TOC 또는 HOC의 온실가스 배출 강도를 계산해야 합니다. TOC 또는 HOC 수준에서의 각 운송 수단별 정량화 작업에 대한 자세한 설명은 섹션 1 Chapter 4 "개별 운송 수단과 물류 허브에 대한 정보 및 요구 사항"을 참조하십시오.

B. 모델을 이용해 데이터 계산하기
모델을 이용해 온실가스 배출 강도를 계산하는 방법에 대한 자세한 정보는 섹션 3 모듈 2 "기본적인 에너지 효율 및 CO₂ 배출 강도"에서 찾아 볼 수 있습니다.

C. 기본값 데이터베이스에서 값 선택하기

기본 데이터를 사용해야 할 경우, 선택한 데이터는 기본적인 온실가스 배출 분류와 해당 TOC 또는 HOC의 특성 간에 가장 근접하게 일치해야 합니다. 분명하게 일치하는 항목을 찾을 수 없는 경우, 공백을 채우기 위해 사용된 배출원과 그 선택 이유를 완전히 문서로 남겨야 합니다 (섹션 2 Chapter 1 "배출량 보고"를 참조하십시오).

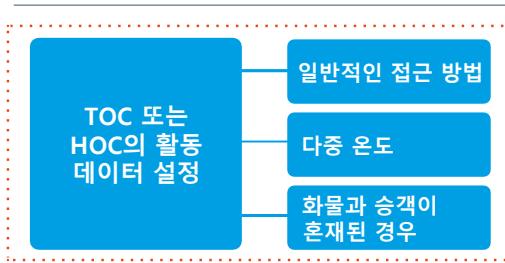
D. 1차 데이터(A) 또는 모델링 데이터(B)를 사용한 계약업체로부터 값 수집

온실가스 배출 강도 값은 1차 데이터를 우선 사용하거나 대안으로 모델링 데이터를 적용한 계약업체에게서 수집할 수도 있습니다.

ISO 기준 참조 : 7.2 TOC 또는 HOC의 온실가스 배출 강도 설정, 특히 7.2.3 1차 데이터로 계산하기 7.2.4 모델로 계산하기 7.2.5 기본값 데이터베이스에서 값 선택하기 7.2.6 계약업체로부터 값 수집하기



TOC 또는 HOC의 활동 데이터 설정



TOC의 운송 활동 설정 – 일반적 방법

특정 기간(일반적으로 1년)의 TOC 배출 강도를 설정하기 위해서는 먼저 해당 TOC의 운송 활동을 식별해야 합니다.
 두 번째 단계는 배출 강도를 산출하는 것입니다. 일반적으로 TOC의 화물 운송 활동은 다음과 같이 계산됩니다.

- 각 화물의 중량에 해당 운송 활동 거리를 곱합니다.
- 주어진 기간(일반적으로 1년) 동안 TOC의 각 적하물에 대해 위의 곱셈 결과를 모두 더합니다.

(아래의 "톤 킬로미터(tkm) 계산 방법"을 참조하시기 바랍니다.)



다중 온도 차량(냉장/냉동) TOC의 운송 활동 설정

하나의 차량 내에서도 TOC의 온도대가 서로 다른 경우, 각 온도 조건에 대한 화물 운송 활동을 별도로 계산해야 합니다. 특정 TOC의 운송 활동을 구축하기 위해 서로 다른 온도 조건의 운송활동을 합산하기 전에 온도 조건별로 화물 운송 활동을 먼저 계산합니다.

$$\text{TCE의 운송 활동 (tkm)} = \left[\begin{array}{c} \text{화물 1의 중량(톤)} \\ \times \\ \text{화물 1의 운송 거리 (km)} \end{array} \right] + \dots + \left[\begin{array}{c} \text{화물 N의 중량(톤)} \\ \times \\ \text{화물 N의 운송 거리 (km)} \end{array} \right]$$



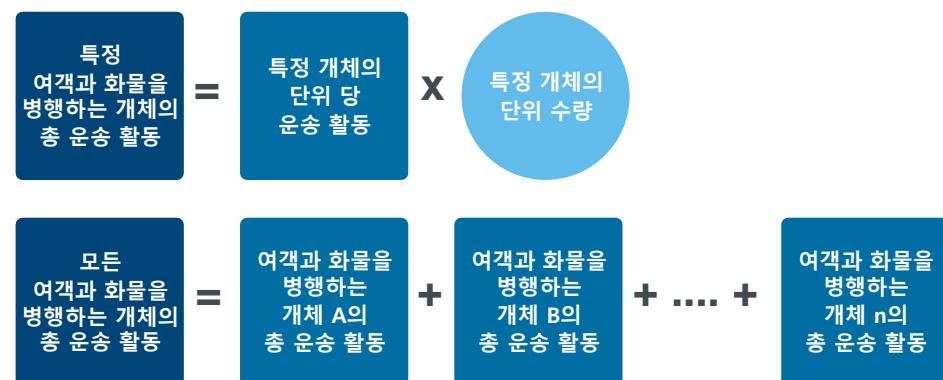
여객과 화물 운송이 혼합된 경우의 TOC의 운송 활동 설정

여객과 화물을 동시에 운송하는 차량 또는 선박의 TOC는 운송 활동 계산은 승용차 포함 여부에 관계없이 다음과 같은 단계로 수행할 수 있습니다.

1. TOC에 대한 하위 범주 각각의 관련 유형을 식별해야 합니다. 예: 수하물이 있는 승객, 자동차, 오토바이, 빙 트레일러, 적재된 트레일러.
2. 가능하다면, 여기서도 승객과 차량의 실제 중량 형태의 1차 데이터를 사용해야 합니다. 그렇지 않은 경우, 기준 방식대로 수하물을 포함한 승객 1인당 100kg을 적용할 수 있습니다. 특정 차량 중량을 활용할 수 없는 경우 다양한 차량의 기본값을 사용할 수 있습니다. (자세한 내용은 섹션 1 Chapter 4 "개별 운송 수단과 물류 허브에 대한 정보 및 요구사항"을 참조하십시오.)

3. 식별된 각 하위 범주에 대해 운송 활동 거리에 해당 특정 유형의 개체 수를 곱해야 합니다. 예를 들어, 승객의 경우 승객 수에 관련된 운송 활동 데이터를 곱합니다. 그 결과는 해당 유형의 개체에 대한 운송 활동과 동일합니다.
4. 마지막으로, 모든 유형의 개체의 운송 활동을 합산하면 복합 운송의 운송 활동이 완성됩니다.

ISO 기준 참조: 8.4 TOC의 운송 활동 계산, 특히 8.4.4 화물 TOC의 운송 활동 – 일반 사례, 8.4.6 다중 온도 차량을 사용하는 화물 TOC의 운송 활동, 8.4.7 여객과 화물을 포함하는 TOC의 운송 활동 (승용차 포함 여부와 관계없음)



HOC의 운영 활동 설정

HOC의 배출 강도 설정 방법은 TOC와 유사합니다. 특히 각 에너지와 냉매의 총 소비량을 포함하는 것이 중요합니다. 온실가스를 배출하는 다양한 물류 허브 운영 활동의 경우, 각 물류 허브 운영 활동에 대한 활동 데이터를 별도로 정량화해야 합니다. 개별 물류 허브 운영에 대한 활동 데이터를 설정하면 그 합계가 전체 HOC의 활동 데이터가 됩니다.

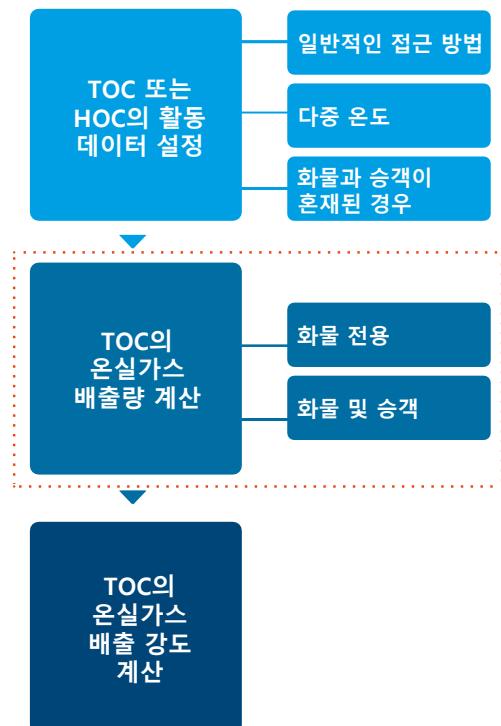
마찬가지로, 물류 허브 운영이 동질적이지 않고 물류 허브 작업의 다양한 하위 범주를 구별할 수 있는 경우, 예를 들어 온도 관리 작업의 온도차이로 인해 또는 HOC 내에서 화물 및 여객 운송을 병행하는 등의 경우에는 2단계 프로세스가 필요합니다. 먼저 작업의 특정 하위 범주별로 해당 물류 허브 운영 활동 데이터를 설정한 후, 이러한 각 활동에 대한 개별 배출 강도를 계산해야 합니다. 섹션 1 Chapter 4 "개별 운송 수단 및 물류 허브에 대한 정보 및 요구 사항"에서 HOC의 온실가스 활동 데이터를 할당하는 방법에 대한 지침을 제공합니다.

주의: 차량 또는 적재 단위 수준(예: 냉동 컨테이너)에서의 냉매 보충은 물류 허브 배출량에 포함되지 않는데, 이는 해당 TOC의 온실가스 활동의 한 형태로 간주되기 때문입니다.

ISO 기준 참조 : 9.2 HOC의 온실가스 활동 데이터 정량화



TOC 또는 HOC의 온실가스 배출량 계산



TOC의 온실가스 배출량 계산

TOC의 온실가스 배출량을 계산하기 위해서는 TOC가 다음 두 가지 범주 중 하나에 해당하는지 확인해야 합니다.

- 수행된 운송 작업이 모든 화물에 대해 거의 동일하거나 최소한 유사한 특성을 보이며, TOC에 여객 운송이 포함되지 않은 경우
- 수행된 운송 작업이 화물마다 다르거나 TOC에 여객 운송이 포함된 경우.

첫번째의 경우, 운송 작업이 모든 화물에 대해 유사한 특성을 보일 때, TOC의 모든 작업에 대한 온실가스 배출량을 공동으로 계산할 수 있습니다. 두번째의 경우, 화물에 대해 서로 다른 운송 작업이 수행되거나 TOC 내에서 여객 운송이 포함된 경우, 각각의 특정 운송 활동, 즉, 각 하위 범주별로 배출량을 별도로 계산해야 합니다.

예를 들어, 운송에 온도 관리 작업과 온도 비제어(상온) 작업이 포함되어 있고 그 외의 모든 측면이 유사한 경우, TOC에 대해 두 가지 다른 온실가스 배출량과 두 가지 다른 운송 활동 관련 에너지 공급 온실가스 배출량을 계산해야 합니다. 하나는 TOC의 상온 차량 운송에 대한 것이고, 다른 하나는 온도 관리 차량 운송에 대한 것입니다. 마찬가지로, 페리의 경우 승객과 화물에 대한 배출량을 별도로 설정해야 합니다.

ISO 기준 참조 : 8.3 TOC의 온실가스 배출량 계산

해당 운송 활동(tkm)과 TOC의 관련 배출 계수를 곱해서 TOC의 특정 운송 활동에 대한 온실가스 배출량을 계산합니다.

$$\text{특정 활동에 대한 TOC의 온실가스 배출량} = \text{TOC의 특정 운송 활동에 대한 수치(tkm)} \times \text{TOC의 특정 운송 활동에 대한 온실가스 배출 계수}$$

TOC의 특정 활동에 대한 운송 활동과 에너지 공급 온실가스 배출 계수를 곱해서 TOC의 특정 운송 활동에 대한 에너지 공급의 배출량을 계산합니다.

$$\text{TOC의 특정 운송 활동을 위한 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출량} = \text{TOC의 특정 운송 활동에 대한 수치(tkm)} \times \text{TOC의 특정 운송 활동에 대한 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출 계수}$$

TOC의 모든 운송 활동에 대한 온실가스 배출량이 산출되고 TOC의 운송 활동에 대한 모든 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출량이 설정되면, 그 합계가 TOC의 총 온실가스 배출량이 됩니다.

$$\text{TOC의 총 온실가스 배출량} = \text{TOC의 운송 활동에 대한 온실가스 배출량 합계} + \text{TOC의 모든 운송 활동에 대한 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출량 합계}$$



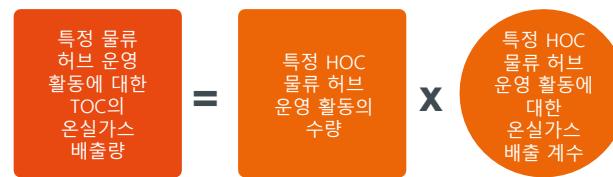
HOC의 온실가스 배출량 계산

마찬가지로, HOC의 온실가스 배출량을 계산하기 위해서는 HOC가 다음 두 가지 범주 중 하나에 해당하는지 확인해야 합니다:

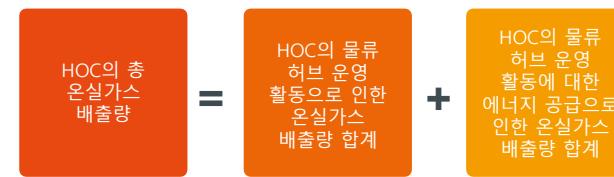
- 수행된 물류 허브 운영이 모든 화물에 대해 거의 동일하거나 최소한 유사한 특성을 보이며, HOC에 여객 운송이 포함되지 않는 경우
- 수행된 물류 허브 운영이 화물마다 다르거나(예: 다른 온도 조건 적용) TOC에 여객 운송이 포함된 경우

첫 번째 HOC 내에서 수행된 작업이 동질적인 경우, 모든 작업에 대한 HOC의 배출량을 공동으로 계산할 수 있습니다. 두 번째 경우에는 개별 활동 유형을 구별하고 화물에 적용된 작업과 여객에 적용된 작업에 대한 배출량을 별도로 계산해야 합니다. 온도 조건이 다른 물류 허브 운영의 경우, 각 온도 조건별로 온실가스 배출량과 온실가스 배출 강도를 별도로 설정해야 합니다.

특정 물류 허브 운영 활동의 수량에 해당 물류 허브 운영에 대한 온실가스 배출 계수를 곱해서 물류 허브 운영 활동에 대한 온실가스 배출량을 계산합니다.



HOC의 모든 물류 허브 운영 활동에 대한 온실가스 배출량이 산출되고, HOC의 모든 허브 운영 활동을 위한 에너지 공급으로 인한 온실가스 배출량이 설정되면 그 합계가 HOC의 총 온실가스 배출량이 됩니다.



HOC의 특정 물류 허브 운영 활동에 대한 에너지 공급 관련 온실가스 배출량을 설정하려면, 특정 물류 허브 운영 활동에 해당 에너지 공급 온실가스 배출 계수를 곱합니다.

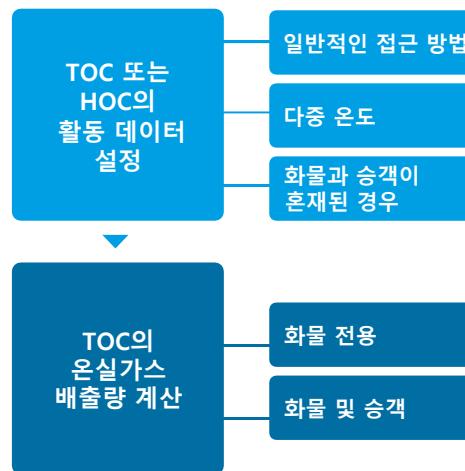




TOC 또는 HOC의 온실가스 배출 강도 계산

TOC의 온실가스 배출 강도 계산

TOC의 온실가스 배출 강도를 설정하려면, TOC의 총 온실가스 배출량을 TOC의 총 운송 활동으로 나눕니다.



HOC의 온실가스 배출 강도 계산

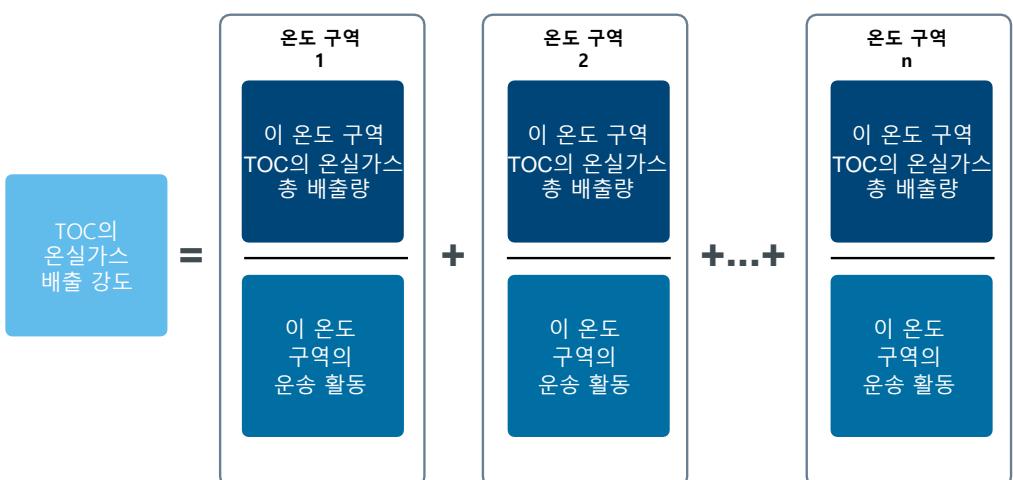
HOC의 온실가스 배출 강도를 설정하려면, HOC의 총 온실가스 배출량을 HOC의 총 물류 허브 운영 활동으로 나눕니다.

이 계산의 결과값은 물류 허브 운영 활동당 CO₂e로 표현됩니다.

$$\text{TOC의 온실가스 배출 강도} = \frac{\text{TOC의 총 온실가스 배출량}}{\text{특정 TOC의 운송 활동 (tkm)}}$$

다중 온도 차량의 운송 활동 거리 계산과 마찬가지로, 각 온도 조건별로 온실가스 배출 강도를 별도로 설정해야 합니다:

ISO 기준 참조: 8.5 TOC의 온실가스 배출 강도 계산



ISO 기준 참조 : 9.5 HOC의 온실가스 배출 강도 계산

$$\text{HOC의 온실가스 배출 강도} = \frac{\text{HOC의 총 온실가스 배출량}}{\text{HOC의 물류 허브 운영 활동 합계}}$$



항공



전 세계에 미치는 영향

세계 항공 산업은 국내와 국외 여객 및 화물 운송을 모두 포함하여 전체 온실가스 배출량의 약 1.9%를 차지합니다.²⁴ 항공 운송은 대부분의 배출이 8~12km의 순항 고도에서 기후와 독특한 상호작용을 합니다.²⁵ IPCC는 CO₂뿐만 아니라 질소산화물과 메탄, 수증기, 오존이 높은 고도에서 퇴적되면 지구 온난화에 영향을 미치고, 지표면의 열을 가두는 구름을 생성할 수 있다고 지적합니다(복사 강제력).²⁶

항공산업은 운송 부문 중에서 가장 배출 집약도가 높습니다. 항공 배출량의 대부분은 여객 운송에서 발생하며, 화물 운송은 전체 항공 관련 배출량의 약 19%를 차지합니다.²⁷ 또한, 항공산업은 향후 몇 년간 가장 빠르게 성장하는 운송 수단 중 하나가 될 것이며, 2040년까지 연평균 성장률이 약 3%에 이를 것으로 예상됩니다.²⁸ 2009년에서 2017년 사이에 항공산업의 에너지 효율성은 17% 개선되었습니다.²⁹

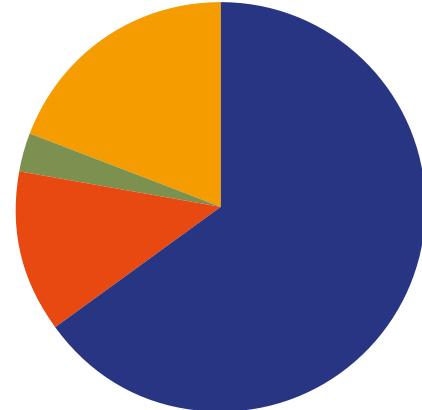


Net-zero 전략

2025년까지 net-zero를 달성하려면 배출원에서의 배출량을 최대한 감소시키고 상쇄, 탄소 포집 기술이 조합되어어야 합니다.

- 65% 지속 가능 항공 연료(SAF)
- 13% 신기술과 전기, 수소
- 3% 인프라 및 운영 효율성
- 19% 상쇄 및 탄소 포집

<https://www.iata.org/en/programs/environment/flynetzero/>



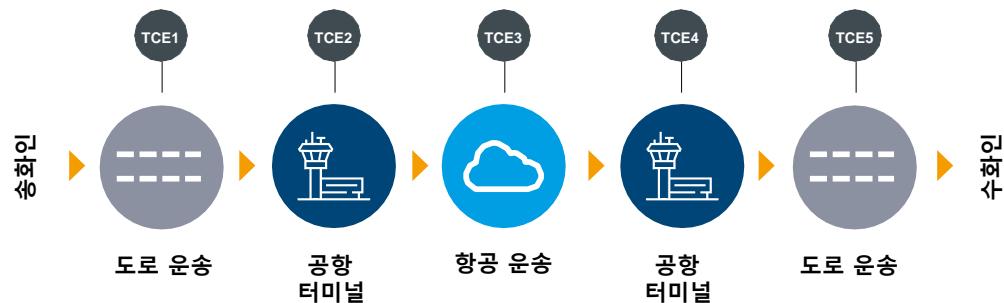
항공 화물 배출량은 보다 효율적인 항공기 설계 컨셉과 엔진, 수명 주기에 미치는 영향이 적은 재생 연료(SAF)의 사용, 항공 교통관리의 개선 및 그 외 다양한 최적화 조치를 통해 줄일 수 있습니다.^{30,31} 그러나 획기적이고 새로운 항공기 엔진 기술 없이는 항공 탈탄소화 달성을 어려울 것입니다. 기존 기술력이 부족하기 때문에 국제민간항공기구(icao)는 신기술이 도입될 때까지 탄소 상쇄를 이용해 기후 영향을 완화하는 “국제 항공 탄소 상쇄 및 감소 계획(CORSIA)”을 제시했습니다.

범위

GLEC 프레임워크는 화물기 및 화물칸에 화물(“벨리 카고 또는 화물”)을 운송하는 여객기를 포함해 모든 종류의 항공기 화물 운송을 포괄합니다. 항공 화물로 인한 배출량을 평가할 때 GLEC 프레임워크는 화물 및 여객기의 전체 비행 사이클을 감안합니다. 여기에는 지상 이동과 이륙, 순항, 착륙과 같은 다양한 활동 뿐만 아니라 화물의 적재와 하역과 관련된 기타의 이동도 포함됩니다. 항공기 자체를 생산하는 데 포함된 배출량이나 항공사 또는 공항 직원과 관련된 배출량은 항공 화물 운송의 온실가스 배출량 계산에 포함되지 않습니다. 또한, 현재는 고고도에서의 항공 연료 연소로 인해 추가적으로 지구 온난화에 미치는 영향도 제외됩니다.

그림 1
항공 운송망(TCE 3 포함)의 배출량 계산

아래 예시의 운송 체인의 배출량 = TCE1 + TCE2 + TCE3 + TCE4 + TCE5의 배출량 합계



항공 터미널에서 제공하는 서비스 (예: 적재, 하역, 청소, 전력 공급)는 물류 거점 내 활동으로 분류됩니다.

운송 운영 범주(TOC)

항공 화물 운송망에서는 일반적으로 항공 운송이 간선 운송이 됩니다(그림 1 참조). 항공 운송의 경우, TOC를 구성하는 데 적합한 요소로는 단거리(< 1,500km) 또는 장거리(> 1,500km)로 구분할 수 있는 거리와 전용 화물기 또는 벨리 카고가 가능한 여객기로 구분되는 항공기 구성입니다. 항공 운송 TOC를 정의하는 더 세부적인 기준은 다음과 같습니다.

- 단일 일정에서의 단일 항공기 또는 항공기 유형. 예: B777-F가 FRA – NYK – FRA를 운항
- 다중 일정에서의 단일 항공기 또는 항공기 유형. 예: 유럽과 북미 간의 목적지를 운항하는 B777-F(또는 그룹)
- 단일 일정에서의 항공기 그룹(동일 항공기 유형, 혼합 항공기 유형). 예: FRA – NYK – FRA를 운항하는 모든 화물기 또는 모든 항공기
- 다중 일정에서의 항공기 그룹(동일 항공기 유형, 혼합 항공기 유형). 예: 유럽과 북미 간의 목적지를 운항하는 모든 화물기 또는 모든 항공기

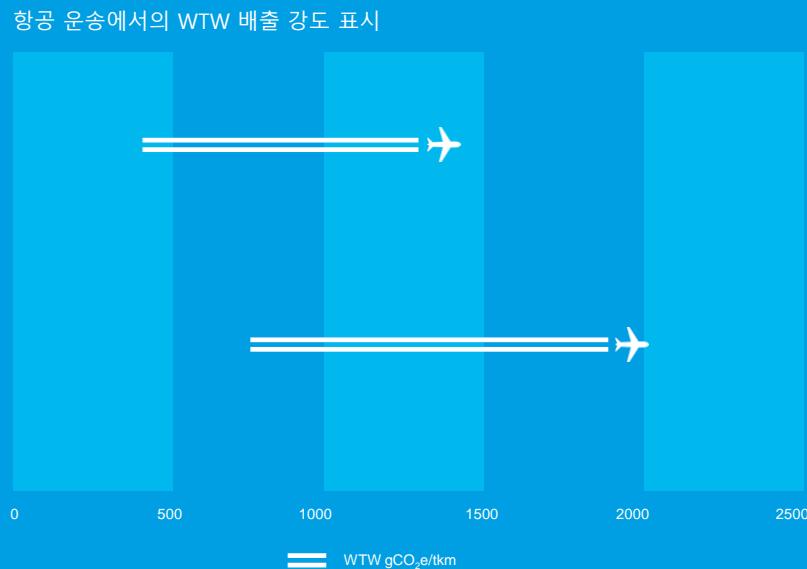


방법론의 일관성

GLEC 프레임워크에서는 중량을 기준으로 항공 운송의 화물 배출량을 할당하는데, 이는 국제항공운송협회(IATA)의 권장 지침 1678, 미국 EPA의 2018 SmartWay Air Carrier Partner Tool15, ICAO의 CORSIA 프로그램과 완전히 일치합니다.

그림 2

항공 운송에서의 WTW 배출 강도 사례



IATA RP1678³³ and RP1726³⁴

- IATA는 화물에 대한 배출량 계산 지침인 IATA RP1678을 업데이트하였고, 2022년에는 "승객에 대한 CO₂ 표준 방법론"(IATA RP1726)을 추가했습니다.
- IATA의 네트워크 기반 방법은 TOC 방법과 일치합니다.
- IATA는 배출량을 중량 또는 부피 기준으로 계산하는 것을 허용하지만 GLEC 프레임워크와 일치시키기 위해서는 중량을 사용해야 합니다.
- 승객과 벨리 카고 간의 할당 규칙(IATA RP1726)은 ISO 14083과 동일하며, 오직 중량을 기준으로만 배분됩니다.

CORSIA³²

- CORSIA의 모니터링, 보고 및 검증(MRV) 절차에는 항공 연료의 배출량을 계산하기 위한 WTW 방법이 포함되어 있습니다. 이 절차를 수행하기 위해서는 항공사가 항공 연료의 탄소 강도를 보고해야 합니다.
- "실제 수명 주기 배출값 계산을 위한 CORSIA 방법론"은 바이오제닉 에너지원 및 화석 에너지원과 관련된 모든 온실 가스(CO₂e)를 규정합니다.

- CORSIA에서는 항공사들이 표준 방법론을 기반으로 항공 연료의 CO₂e 배출량을 계산하여 보고하도록 규정하고 있습니다. 이 방법론은 에너지원, 항공기 유형, 비행 거리와 같은 요소를 고려한 ICAO의 "탄소 배출량 계산기"³⁵를 기반으로 합니다.
- CORSIA 값은 CO₂에서 CO₂e로 조정되어야 합니다.
- CORSIA는 화석 등유(kerosene)의 연료 수명 주기 사용을 명시하지 않습니다.

CORSIA에 따라, 항공사는 승인된 배출권 감소 프로젝트를 통해 탄소 크레딧을 구매하여 2020년의 기준선을 초과하는 모든 배출량을 상쇄시켜야 합니다. 이 제도는 2021년 이후 단계적으로 도입되고 있으며, 대부분의 국가에서 2021년부터 2026년까지는 자발적인 단계, 2027년부터 2035년까지는 의무 단계로 이어집니다.³⁶

배출 계수의 경우, 섹션 3 모듈 1에 기술된 북미와 유럽 지역의 Jet A/A1 연료에 대한 계수를 참조할 수 있습니다.



항공 운송 계산 시의 요건

화물 중량

운임 중량(chargeable weight)과 같은 대체값이 아니라 실 화물 중량을 사용합니다.

거리

- 거리는 각 비행 구간(flight leg)의 출발 공항과 도착 공항 간의 대권거리(GCD)로 측정합니다.
- 계산할 때 실제 거리를 사용할 경우, 과소보고를 방지하기 위해 거리조정계수(DAF)를 적용해야 합니다. DAF는 기동, 지상 이동, 기타 자차(deviation)에 대한 최상의 데이터를 기반으로 계산해야 하며, 보고서에 제시된 값과 함께 공개해야 합니다. 구체적인 DAF 정보가 없는 경우, $(GCD + 95\text{km}) / GCD$ 공식을 사용합니다. 이 경우 95km는 기동 등의 이유로 발생한 실제 거리와 운송 활동 거리 간의 차이를 의미합니다.
- 출발지와 도착지의 위도와 경도는 국가별 항공정보간행물(AIP)에 게재된 공항 데이터를 사용하거나 이 데이터를 사용하는 다른 출처(예: ICAO)를 통해 구할 수 있습니다.
- 중간 경유지가 있는 경우, 거리 및 관련 배출량을 별도로 계산해야 합니다. 왜냐하면 전체 운행구간에서 각 구간은 하나의 TCE로 간주되며, 이를 합산하여 총계를 구하기 때문입니다.

- Scope 3 계산의 경우, 비행 경로에 중간 경유지가 있는지를 파악하기 어려울 수 있습니다. 출발 공항과 도착 공항 간의 거리만 고려하고 중간 경유지를 포함하지 않으면, 거리와 배출량이 전체적으로 적게 계산됩니다. 따라서 각 운행에 대한 항공편명을 확보하는 것을 목표로 삼아야 합니다. 이 정보를 얻는 것이 복잡하더라도 가장 신뢰할 수 있는 방법입니다.

기본 계수

GLEC 프레임워크에서는 다음과 같은 항공 운송 에너지 효율도와 배출 강도를 제시합니다(자세한 내용은 섹션 3 모듈 2 기본 에너지 효율성 및 CO₂e 강도 계수를 참조)
- IATA의 전체 항공산업 평균값.
여객기와 화물기에 대한 단거리 및 장거리 명목값을 표시한 행렬과 항공 운송의 특성을 모르는 경우에 사용할 수 있는 평균값
비행에 중간 경유지가 있는 경우, 각 비행 구간의 출발지와 도착지에 대해 적절한 기본 계수를 적용해야 합니다.

에너지원

- 제트 연료 A(등유)가 항공 운송의 기본 에너지원이라고 가정합니다.
- 항공 가솔린은 피스톤 엔진을 장착한 항공기와 같은 일부 경우에 사용되기도 합니다.
- 다른 에너지원이 사용된다고 믿을 만한 이유가 있는 경우, 즉 항공기 유형에 대한 상세한 지식을 통해 적절한 CO₂e 배출 계수를 선택하고 변경 사항을 문서로 남겨야 합니다.

밸리 카고를 포함한 여객기의 운송 활동

- 주요 기능이 여객 운송이고 밸리 카고가 포함된 TOC의 경우 화물 및 여객의 결합 운송 활동에 대한 ISO 규정을 적용해 계산합니다(Chapter 3 계산 단계 “여객과 화물 운송이 결합한 TOC의 운송 활동 설정” 참조).
- 화물과 여객 운송을 함께 고려할 때 다음 두 가지 옵션 중에서 선택할 수 있습니다:
 - 첫 번째 옵션은 중량을 기준으로 하며, 온실가스 배출량 할당 및 계산에 수하물을 포함한 총 여객 중량과 실제 화물 중량을 사용합니다.
 - 두 번째 옵션은 첫 번째 옵션에 필요한 데이터를 사용할 수 없는 경우에만 사용합니다. 이 경우 100kg = 1 승객 변환값을 사용하여 화물 중량을 승객 등가값으로 변환한 다음, 승객 및 승객 등가값의 총 비율에 따라 배출량을 할당합니다. 그런 다음, 이미 알고 있는 화물 중량과 운송 활동 거리를 결합해 배출 강도를 계산할 수 있습니다.
- 승객 중량에는 각 개별 승객과 그 수하물이 포함됩니다. 화물 중량에는 화물 자체의 중량과 화물을 발송한 화주가 제공한 포장재의 중량이 포함됩니다. 운송 작업을 위해 특별히 사용된 추가 운송 포장, 팔레트나 컨테이너는 제외됩니다.



케이블카

전 세계에 미치는 영향

케이블카는 사람, 화물 또는 그 둘을 함께 운송하는 시스템입니다. 케이블카는 공중에 매달린 로프웨이(ropeway)나 지상의 로프웨이 형태가 있습니다. 공중 로프웨이는 일반적으로 승객과 화물을 운반하기 위해 케이블에 매달린 캐빈이나 버킷이 있는 반면, 지상 로프웨이는 훨이나 레일이 장착된 푸니쿨라 또는 버킷시스템입니다.

모든 케이블카는 케이블이나 로프로 운송 장치를 당기면서 움직임이 발생합니다. 일반적으로 케이블은 전기 모터로 구동하며, 곤돌라나 버킷은 시스템에 따라 케이블에 고정되거나 분리할 수 있습니다. 주로 산악지대나 접근하기 어려운 지형에서 사용됩니다. 도시 지역에서는 화물과 여객 운송용 케이블카 시스템이 환경과 사회에 긍정적인 영향을 미치고 있습니다(예: 콜롬비아 메델린 또는 오스트리아 그라츠).³⁷ 그라츠에서처럼 이중 시스템을 사용하면 교통량의 통합과 불필요한 여행 및 이동을 방지하는 등의 시너지 효과를 만들어냅니다. 케이블카 역은 화물을 위한 물류와 여객 운송 모두를 위한 다기능 운영 거점으로 활용할 수 있습니다.



케이블카의 온실가스 배출량은 케이블카 시스템의 유형, 시스템에 전력을 공급하는 에너지원, 운송되는 물품의 부피와 중량 등 여러 요인에 따라 달라집니다. 케이블카 시스템이 수력, 풍력 또는 태양광과 같은 재생 가능 에너지원에서 생성된 전력으로 구동되면, 화석 연료로 구동되는 시스템에 비해 온실가스 배출량이 크게 낮아질 것입니다.

현재 화물 운송이나 복합 운송에 사용되는 케이블카의 온실가스 배출량에 대해 특별히 초점을 맞춘 연구는 거의 없다시피 합니다. 따라서 케이블카가 환경에 미치는 영향을 평가할 때는 각 시스템의 특정한 상황과 에너지원, 조건을 고려하여 사례별로 평가해야 합니다.

범위

이 섹션의 내용은 에너지를 소비하고 주로 화물 운송에 사용되는 모든 케이블카 시스템에 적용됩니다. 케이블카 시스템이 여러 대의 차량으로 구성되어 있든 단일 차량으로 구성되어 있든 상관없이, 인프라를 포함한 통합 운송 시스템으로 봐야 합니다. 케이블로 이동하지만 최소한 하나의 케이블을 통해 움직임이 전달되지 않는 차량은 케이블카의 정의에 포함되지 않습니다. 마찬가지로 수직 엘리베이터도 케이블카의 정의에서 제외됩니다.

운송 운영 범주(TOC)

공중 케이블카는 다음 세 가지 유형으로 나눌 수 있습니다:

1. 단방향 단선케이블: 이 시스템은 단일 케이블을 사용하여 한 방향으로 화물을 운송합니다. 케이블은 타워가 지지하며, 케이블카 노선의 한쪽 끝에 위치한 모터로 구동됩니다. 화물은 케이블을 따라 이동하는 고정형 또는 분리형 그립 버킷에 적재됩니다.

2. 단방향 이선케이블: 이 시스템은 두 개의 케이블을 사용하며, 캐빈이나 컨테이너가 그립 또는 캐리어를 통해 케이블 중 하나에 부착됩니다. 케이블은 케이블카 노선의 반대쪽 끝에 위치한 모터로 구동하며, 캐빈이나 컨테이너는 케이블을 따라 한 방향으로 이동합니다. 이 시스템은 캐빈이나 컨테이너가 케이블에 부착되는 방식과 케이블 자체의 구성에 따라 Material 2S와 Material 3S로 세분할 수 있습니다.

3. 양방향 이선케이블(Jigback): 이 시스템은 서로 평행으로 움직이는 두 개의 별도 케이블을 사용합니다. 캐빈이나 컨테이너는 탈부착이 가능한 캐리어를 통해 케이블에 부착되며, 케이블은 케이블카 노선의 반대쪽 끝에 위치한 모터로 구동합니다.

방법론의 일관성

화물 운송에 사용되는 케이블카의 온실가스 배출량을 평가할 때, 1차 측정 데이터 또는 2차 모델링 데이터를 사용할 수 있습니다. 두 가지 데이터 조합해서 사용해야 할 때도 있습니다.

케이블카 운송 계산 시의 요건

거리

- 운송 활동 거리는 SFD를 기준으로 해야 하며, 캐빈이나 버킷의 경로는 케이블카 시스템의 로프에 의해 정의되고 편차가 불가능하기 때문에 DAF(거리 조정 계수)가 필요하지 않습니다.
- 두 개 이상의 케이블카가 하나의 운송 시스템으로 연결된 경우, 연결된 차량이 확실히 연속적으로 이동하더라도 각 구간은 하나의 케이블카로 간주되어야 합니다.



물류 허브

전 세계에 미치는 영향

물류 허브는 운송망의 다양한 운송 작업 전후 또는 그 사이에 승객 및/또는 화물이 하나의 차량 또는 운송 수단에서 다른 수단으로 처리되는 장소입니다.³⁹ 화물용 허브는 “물류 허브”라고도 하며, 공급망의 핵심 중추 역할을 합니다. 물류 허브는 화물이 보관되고 처리되며, 다양한 형태의 운송이 교차하는 곳입니다. 물류 허브는 종종 인구 밀집 지역 근처에 위치해 있어 그 활동으로 인해 기후와 건강에 끼치는 영향이 중요한 것으로 간주됩니다. 급성장하는 물류 부문에서 물류 허브의 필수적인 역할을 고려할 때 그 영향력은 앞으로 더욱 커질 것으로 예상됩니다. 따라서 앞으로는 물류 허브의 여러 수명 주기 단계를 운영 뿐만 아니라 지속가능성 주제와 연계시키는 것이 더욱 중요해질 것입니다.³⁸

물류 허브는 전 세계에 흩어져 있는 다양한 시설들의 그룹이며, 이들의 집단적인 영향은 잘 파악되지 않고 있습니다. 세계경제포럼(WEF)은 창고 및 분류 시설이 공급망 배출량의 최대 13%를 차지할 수 있다고 추정했습니다.³⁹

국가별 평가자료에 따르면, 미국에서는 창고 배출량이 전체 운송 배출량의 약 20%를 차지하는 반면, 영국에서는 11%~30%를 차지하는 것으로 추정됩니다.⁴⁰ 독일의 경우 운송 부문 배출량의 약 15%가 물류 허브에 할당되었습니다.⁴¹



기업의 물류 허브 사용과 운영으로 인한 배출량은 운송 수단과 냉장 여부, 지역에 따라 달라집니다. 따라서 물류 허브에서의 배출량에 대한 상대적 영향은 기업과 제품에 따라 다르며,

첫 번째 단계에서 물류 허브의 성과에 대한 투명성을 확보하고 후속 단계에서 기타 중요한 상호 의존성을 이해한다는 목적을 갖고 평가해야 합니다. 예를 들어 물류 허브의 환경 영향을 줄일 수 있는 조치에 대한 지속적인 평가 작업이 포함되어야 합니다.

범위

물류 허브는 운송 구간(해당 운송수단 내 및 사이)을 연결하는 노드, 거점, 시설, 센터, 데포 또는 운송망 체인의 출발지나 도착지입니다.⁴² 물류 허브의 예로는 창고, 콘솔리데이션/풀필먼트 센터, 유통 센터, 크로스 도킹 장소, 소규모 창고/도시 물류 허브와 같은 시설과 해상 또는 내륙항의 터미널, 화물 및 복합운송 터미널 또는 공항의 화물 터미널 등이 있습니다. 물류 허브는 그 자체로 운송망 요소(TCE)가 됩니다. 따라서 물류 허브의 배출 경계는 화물이 입고 차량 또는 선박에서 하역될 때 시작되고 화물이 수화인에게 인도되거나 출고 차량이나 선박에 다시 적재될 때 끝납니다.

ISO 14083에 따라 환적 과정에 대해서도 반드시 고려해야 되지만, 화물의 보관 또는 재포장은 선택 사항이며, 외부 서버 제공업체가 제공하는 정보통신기술(ICT) 장비 및 데이터 서버와 관련된 배출도 선택 사항입니다.

이러한 과정(창고 보관, (재)포장, 외부 서버 제공업체) 중 하나라도 포함하는 경우, 이에 대해 명시적으로 기재해야 합니다.⁹

GLEC 프레임워크는 물류 허브에서 화물을 하역/적재 또는 이동시키는 데 사용되는 연료와 전기를 통해 발생하는 배출과 온도 조절 장비에서 사용되는 냉매의 직접적인 손실을 배출량으로 간주합니다. 여기에는 현장 차량, 화물 취급을 위한 기술 장비, 조명, (시설과 냉동 컨테이너를 위한) 냉난방 시설, 계량소, 현장 서버룸 및 허브에서의 화물 이동과 관련된 관리 시설 그리고 기타 화물 관련 활동에 사용되는 에너지가 포함됩니다.

현장 차량과 기계, 예를 들어 크레인, 리치 스태커, 지게차, 현장 직원 이동용 셔틀, 디젤 발전기 및 선박에 전력을 공급하는 설비에 에너지를 공급하는 것과 관련된 배출도 포함됩니다. 물류 허브로의 입고/출고 운송에서 발생하는 에너지와 냉매 사용은 물류 허브의 배출량에 포함되지 않으며, 이는 해당 운송망 요소(TCE)에 포함됩니다. 인프라, 차량 및 자재 취급 장비와 관련된 선행(upstream) 배출이나 직원 출퇴근 및 출장으로 인한 Scope 3 배출량은 포함되지 않습니다. Roll On/Roll Off(RoRo) 터미널에서와 같이 자율주행 화물과 관련된 배출은 물류 허브의 배출에 포함되지 않습니다.

이러한 다양한 요소들을 관리하기 위해서는, 한편으로는 단일 물류 허브의 HOC나 네트워크 내의 특정 물류 허브 유형 등 서로 다른 수준으로 세분하고, 다른 한편으로는 수행되는



작업의 규모, 구성 및 특성에 영향을 미치는 요인들을 고려한 소위 HOC 범주(HOC)를 사용하여 체계적으로 구성할 수 있습니다. 따라서 모든 단일 물류 허브 작업은 항상 해당 작업이 수행되는 전체 시스템의 맥락에서 고려해야 합니다. 마지막으로, HOC는 일정 기간(최대 1년) 동안 유사한 특성을 가진 물류 허브 작업을 요약한 것입니다.

HOC

HOC에 포함될 수 있는 권장 항목은 다음과 같습니다.⁹

- 프로세스: 화물 환적만 해당, 여객 수송만 해당, 여객/화물 복합 운송, 화물 환적과 보관
- 화물 유형: 평균/혼합, 컨테이너형 또는 스왑 바디(swap body), 팔레트화, 벌크 화물/개별 화물, 건식 벌크, 액체 벌크, 차량 운송, 기타
- 조건: 상온, 온도 조절

방법론의 일관성

Fraunhofer IML의 "물류 허브의 온실가스 배출량 산정 지침"에서 물류 허브의 배출량 산정에 대한 자세한 지침을 제시합니다.⁴⁰ 이 방법은 SFC와 EcoTransIT World가 협력하여 공동 개발하였고, ISO 14083에 맞게 조정되었으며, 이 프레임워크에 반영되었습니다.

물류 허브 계산 시의 요건

화물 중량

물류 허브의 활동 데이터는 센터를 떠나는 즉, 출고 화물의 연간 누적 톤수를 기준으로 계산됩니다. 온도 조절(예: 냉각 또는 난방)과 같은 특별 처리가 필요한 톤수를 추적하는 것도 유용할 수 있습니다. 이렇게 구분하면 그에 따른 배출량을 적절히 할당할 수 있습니다.

컨테이너 화물을 주로 취급하는 물류 허브는 화물 중량을 알 수 없는 경우 TEU(20피트 컨테이너 단위)를 톤수로 변환해야 할 수도 있습니다. TEU당 평균 10톤의 값을 사용할 수 있고, 경량 화물은 TEU당 6톤, 중량 화물은 TEU당 14.5톤의 값을 사용할 수 있는데 이렇게 적용할 경우 그 근거를 확실히 제시해야 합니다.

개별 품목의 중량 정보를 파악하기 어려운 우편 및 소포 작업의 경우, 화물의 수량은 품목 수로 표시할 수 있습니다.

할당

가능하면 보다 상세하게 정보를 수집하여 할당 작업을 피하도록 해야 합니다. 서로 다른 특성을 가진 다양한 서비스가 하나의 물류 허브에서 수행될 때 상세한 물류 허브 운영 활동 데이터를 얻기 어려울 수 있습니다.

이 경우에는 구체적 특성을 고려하여 온실가스 배출량을 할당할 수 있습니다. 물류 허브에서 일반 화물과 냉장 화물을 모두 취급하는 경우, 냉각 작업을 위한 에너지 소비와 냉매 누출은 이들 두 요소 간의 특성을 고려하여 전체 배출량에 할당합니다. 화물 및 비화물 관련 활동에 대한 전기 및 연료 소비를 구분하기 어려울 수도 있습니다. 이 경우 물류 허브 운영업체는 가능한 최상의 정보를 기반으로 계산하고, 보고 시 잠재적인 이상 현상을 투명하게 기록하는 것이 좋습니다. 여러 운영업체가 공동으로 운영하는 물류 허브의 경우, 각 운영자의 처리 톤수를 기준으로 배출량을 할당해야 합니다.

해당 개별 데이터 수집이 불가능한 경우 추가 할당이 필요할 수 있습니다.

선택된 할당 원칙은 시간이 지나도 일관되게 유지되어야 하며 투명하게 문서로 남겨야 합니다. 예를 들어, 화물량을 기준으로 특정 기능 구역에 조명 전력 소비량을 할당하는 방식 등이 있습니다.

기간

물류 허브의 운영 데이터는 최대 1년 동안 집계되어야 합니다. 이는 난방이나 조명 또는 장기 추세에 대한 일시적 영향과 같은 계절 변동을 제거하기 위해서입니다.

기본값

아직 개발이 진행 중인 영역으로서, 역사적으로 물류 허브에 대한 기본값을 얻는 것은 어려웠습니다. 게다가 물류 허브는 그 특성이 매우 다양합니다. 컨테이너 터미널은 환적 물류 허브와 매우 다르지만, 각 물류 허브 범주 내에서도 서비스가 매우 다양합니다.³⁸ Fraunhofer IML은 REff Tool[®]을 사용한 광범위한 산업 연구와 데이터 수집을 통해 평균 물류 허브 배출 강도값에 대한 이해를 향상시켰습니다. 이번 프레임워크 버전은 그 연구 결과를 활용해 상온 화물과 온도 조절이 필요한 취급을 고려한 환적 장소, 창고 및 터미널에 대한 기본값들을 제시합니다. 기본값은 모듈 2에서 확인할 수 있습니다.

이 값들은 전기, 난방 에너지, 기타 연료와 냉매는 확보할 수 있는 경우 해당 지역의 배출 계수를 사용해 CO₂e로 변환한 것이며, 전 세계적 규모로 집계된 것입니다. 터미널에 대한 데이터는 전 세계 여러 지역에서 수집되었지만, 현재 창고 및 환적 장소에 대한 주요 출처는 유럽입니다.



내수로

전 세계에 미치는 영향

내수로를 통한 화물 운송은 물류 부문에서 비교적 비중이 작습니다. 도로 운송에 비해 화물의 tkm당 에너지 소비가 약 50% 낮아 에너지 효율성 면에서 철도 운송과 거의 유사합니다. 상대적으로 탄소 배출 강도가 낮고 도로 혼잡을 줄이는 역할 때문에 유리한 방식이라고 인식되고 있습니다. 또한, 내수로는 특히 위험물 운송 시 안전성이 매우 높습니다. 이러한 이점에도 불구하고, 내수로 운송은 특히 개도국에서 다른 운송 수단에 비해 성장률이 낮고 인프라 투자가 적었습니다.⁴⁴ EU가 내수로 및 균해 운송을 2015년 대비 2030년까지 25%, 2050년까지 50% 확대하겠다는 목표를 세우면서, 향후 내수로 운영 기술에 대한 투자가 증가할 가능성이 있습니다.⁴⁵



내수로 운송에 대한 에너지 사용 및 배출량 정보는 통계 자료에서 다른 수상 운송 수단과 함께 그룹화되어 제공되는 경우가 많아, 개별적인 추세를 파악하기 어렵습니다.⁴⁶ 그럼에도 불구하고, GLEC 프레임워크의 기본값을 보면 사용되는 차량이나 선박에 따라 내수로가 특히, 중장거리 운송에서 에너지 소비와 배출량이 낮아 대안이 될 수 있다는 점을 시사하고 있습니다.

저속 운항과 최적화된 물류 운영을 통해 내수로 운송의 효율성을 더욱 높일 수 있습니다. 에너지 효율적인 동력 및 추진 시스템, 유선형 선체 및 상부 구조, 바이오디젤, 전기 또는 수소와 같은 대체 에너지원이 실질적인 단기 해결책으로 제시되고 있습니다.⁴⁷ 연료 전지 하이브리드 구동 시스템과 같은 몇 가지 첨단 추진 기술도 곧 시장에 출시될 가능성성이 있습니다.⁴⁸

범위

내수로 운송은 강, 호수, 운하, 하구와 같이 바다의 일부가 아닌 수역을 따라 화물이 이동하는 것을 의미합니다.⁴⁹ GLEC 프레임워크 v3는 ISO 14083과 마찬가지로 바지선, 결합 선단, 추진 선단, 유조선 및 컨테이너 선박을 포함한 모든 유형의 내수로 선박을 포괄합니다. 고려 대상이 되는 화물 유형은 건화물 및 벌크 화물, 컨테이너 화물, 그리고 대량 및 용적이 제한되는 일반 화물입니다.

감안해야 할 배출량에는 선박 추진을 위한 에너지 소비 뿐만 아니라 화주가 요구하는 조건과 온도에서 화물을 유지하는 것도 관련이 있습니다.

공선 회송(empty backhaul) 및 재배치를 포함해 화물 이동과 관련된 모든 배출량이 포함되어야 합니다. 또한, 특히 전기 에너지 등 육지에서 공급되는 모든 에너지는 선박 운영업체의 활동 데이터에 포함되어야 합니다.

화물의 상하역에 사용되는 건물 및 장비와 관련된 배출량은 물류 거점으로 분류되어 HOC 배출량에 포함됩니다.

TOC

유사한 배출 강도를 가진 운송 서비스를 그룹화하기 위해서는 선박 크기 범주, 선박 크기 범주와 구성, 상태 및 수로 유형과 같은 요소를 기반으로 내수로 화물 운송에 영향을 미치는 요소들을 적절한 조합하여 TOC를 체계적으로 구성하는 것이 좋습니다.⁹

화물 유형

- 벌크 화물
- 액체 벌크
- 컨테이너 화물
- 중량 제한, 일반 화물
- 용적 제한, 일반 화물

선박 크기 범주

- <50m
- 50m ~ 80m
- 80m ~ 110m
- 110m ~ 135m
- >135m



선박 구성

- 개별 선박
- 추진 선단

상태

- 상온
- 온도 관리

수로 유형

- 운하
- 강
- 호수

방법론의 일관성

일반적으로, 내수로 배출량 산정은 해양 부문에서 개발된 원칙을 따릅니다. GLEC 프레임워크는 국제해사기구(IMO) 에너지 효율 운영 지수(EEOI) 지침 및 미국환경보호청(EPA) SmartWay 바지선 툴의 원칙과 동일합니다.

IMO EEOI¹⁹

- IMO EEOI 배출 결과는 TTW, CO₂로 표시되므로 WTT 배출량을 추가해야 하며 결과는 GLEC 프레임워크와 일치하도록 CO₂e 기준으로 조정해야 합니다.
- SmartWay 바지선 툴¹⁵
- SmartWay 배출 결과는 TTW, CO₂로 표시되므로 WTT 배출량을 추가해야 하며 결과를 GLEC 프레임워크와 일치하도록 CO₂e 기준으로 조정해야 합니다.

- 운송업체별 값은 북미지역의 소규모 회사에 적용할 수 있습니다.
- SmartWay 강도 값은 CO₂/톤-마일로 보고되며, 에너지 소비량은 이미 SmartWay에서 제공하는 표준 배출 계수를 사용하여 CO₂로 변환되었습니다.
- 보고의 일관성을 확보하기 위해 US톤에서 Metric톤으로 변환하는 작업이 필요할 수 있습니다.

내수로 운송 계산 시 요건

화물 중량

- 실제 화물 중량을 사용합니다.
- 컨테이너 운송의 경우, 화물의 중량 대신 TEU와 같은 대체 매개변수를 사용할 수 있습니다(세부 내용은 섹션 1 Chapter 2 계산 단계 참조)

거리

- 가장 좋은 거리 데이터는 선박 일자로 확보합니다.
- 다른 방법으로는 거리 계획 소프트웨어, 텔레매틱스 데이터 또는 다른 네트워크 거리 데이터 소스 등이 있습니다.
- 실제 거리를 사용할 수 없는 경우 내수로 운송 거리는 내수로 네트워크를 감안한 SFD 또는 GCD여야 합니다.
- 내수로 네트워크 내에서 사용 가능한 경로 옵션이 제한되어 있기 때문에 실제 거리와 SFD 간의 편차는 거의 발생하지 않습니다. 따라서 DAF를 적용할 필요가 없습니다.

- 최대한 정확한 내수로 거리를 파악하기 위해 적절한 거리 계산 도구를 사용할 수도 있습니다.
- 부록 4의 단위 변환 계수를 사용해 (해양) 마일을 킬로미터로 변환합니다.

기본 계수

- Smart Freight Centre와 STC-Nestra는 GLEC 회원들과 협력하여, 오늘날의 내수로 부문을 정확하게 대표하는 새로운 산업 검토(industry-reviewed) 기본 계수를 개발했습니다.¹⁶
- 항상 선사별 값을 사용할 것을 권장하지만, 모듈 2의 기본값은 다양한 내수로 선박 유형에 대한 일관된 데이터를 수집하고 공유하는 측면에서 크게 진전된 것입니다.

에너지원

- 내수로 운송 작업의 에너지원은 해양 디젤유로 가정합니다.
- 다른 잠재적인 에너지원으로는 기타 디젤유, 액화천연가스(LNG)와 바이오 디젤이 있습니다.
- 운영 지식 등을 통해 다른 에너지원이 사용된다고 믿을 근거가 있는 경우, 적절한 CO₂e 배출 계수를 선택하고 특이사항을 문서로 남겨야 합니다.

해류의 영향

- 내수로 운송에서, 물의 방향(즉, 물이 흐르는 방향인지 그 반대 방향인지)은 에너지 소비에 큰 영향을 미칠 수 있습니다.
- 모든 배출량 계산은 운송 작업 전반에 걸쳐 이러한 영향을 평균화하기 위해 왕복 기준으로 적용되어야 합니다.



파이프라인

전 세계에 미치는 영향

파이프라인 운송은 액체, 가스, 액화 가스 또는 슬러리와 같은 매개물이 파이프 시스템을 통해 한 곳에서 다른 곳으로 이동하는 것을 의미합니다. 파이프라인은 화물 운송 산업의 특정 요소에 대해 중요한 운송 수단을 제공하며, 강철이나 플라스틱으로 제작된 긴 관으로 구성되고, 액체 또는 가스를 환경의 영향을 적게 받고 운송효율이 높습니다. 파이프라인은 지하 또는 지상에 설치될 수 있으며, 운반되는 제품의 부피에 따라 지름이 몇 센티미터에서 몇 미터까지 다양합니다.

파이프라인은 장거리로 대량 운송할 수 있어 유류, 가스, 물과 같은 제품에 가장 적합합니다. 파이프라인은 석유 및 가스 산업에서 광범위하게 사용되며, 원유, 정제된 석유 제품 및 천연 가스를 생산 현장에서 정제 플랜트나 유통센터로 운송하는 데 사용됩니다. 석유 및 가스 산업 외에도 파이프라인은 염소와 암모니아와 같은 화학물질 운송에도 사용됩니다.

파이프라인의 환경 영향을 평가할 때 고려해야 할 두 가지 측면은 건설과 운영 부문입니다. 연구에 따르면 건설 단계에서 해당 지역의 생태계에 더 큰 영향을 미칩니다.⁵⁰



이는 파이프라인 건설로 식물이 없어지고, 굴착 작업과 토양 압축 및 기타 활동 등으로 인해 그 지역 생태계에 혼란이 발생하기 때문입니다. 더욱이 파이프라인은 통상 직선으로 건설되기 때문에 다양한 지질학적, 수문학적 특성을 가진 자연 및 기후 지대에 영향을 미칠 수 있습니다.

그러나 파이프라인 운영에도 어려운 점은 있습니다. 그 중에서도 중요한 점은 파이프라인의 안전을 보장하는 것이며, 이를 위해서는 누출 및 기타 사고를 예방하기 위해 정기적인 유지 보수와 검사가 필요합니다. 미 환경보호청에 따르면, 가스 파이프라인에서의 메탄 누출로 인해 2020년에 약 2100만 M/T의 CO₂e가 배출되었습니다.⁵¹

또한 파이프라인 건설과 유지보수 비용이 높아 일부 지역에서는 사용이 제한될 수 있습니다.

범위

- 파이프라인 운영으로 인한 온실 가스 배출량을 계산할 때는 제품을 이동시키고 관련 압력을 유지하기 위해 파이프라인 네트워크의 장비에서 사용하는 에너지를 기반으로 운영 계산이 이루어집니다. 또한 플랜지, 밸브, 유니언 및 나사 연결부와 같은 이송시스템에서 직접 누출되는 온실 가스 배출도 고려해야 합니다.
- 파이프라인 운송을 다른 운송 수단과 비교할 때에는 차등 압축, 냉각 또는 가열 과정 및 해당 과정에서의 에너지 사용과 관련 온실 가스 배출을 함께 비교해야 합니다.
- 생산 현장이나 운송망 내 환적 지점/터미널에 위치한 파이프라인의 공급에 필요한 매개물 및 펌핑을 위한 초기 압축 작업은 파이프라인 운송의 온실 가스 배출량 계산에서 제외되어야 하며, HOC 계산을 통해 물류 허브에 할당되어야 합니다.
- 파이프라인 운송과 관련된 TCE를 고려할 때는 1년 동안 운송된 모든 운영 작업과 매개물에 대한 관련 파이프라인 섹션 또는 네트워크의 활동을 기반으로 파이프라인에 대한 TOC를 규정하는 것이 좋습니다.
- ISO 14083의 시스템 경계는 차량과 물류 허브 운영 프로세스에서 연소 또는 누출을 통해 온실가스를 배출하는 경우, 차량과 물류 허브 장비에 연료를 공급하는 과정까지 포함하여 이를 운송망의 온실가스 배출량을 산정할 때 고려해야 한다고 요구하고 있습니다.

- 파이프라인 운송에 있어 이러한 측면은 파이프라인의 시동과 아이들링(idling), 유지보수를 위한 세척과 플러싱 작업 같은 부가적인 과정도 포함해야 함을 의미합니다.
- 슬러리 파이프라인의 경우, 화물 중량의 할당이나 배정에는 물과 같은 운송 매개물의 중량을 포함해서는 안 됩니다.

파이프라인 운송 계산 시 요건

화물 중량

중량으로 표시되는 화물의 수량 외에도 부피 등 다른 단위를 사용할 수 있습니다.

거리

- 운송 활동 거리는 파이프라인 네트워크를 고려한 SFD(Straight-Forward Distance)나 GCD(Great Circle Distance)를 기반으로 해야 합니다.
- 파이프라인 네트워크의 경우 파이프라인 네트워크 내에서 사용 가능한 경로가 제한적이기 때문에 실제 거리와 SFD 간의 편차 발생 가능성성이 거의 없어 DAF가 필요하지 않습니다.



철도

전 세계에 미치는 영향



철도 화물 부문은 다른 운송 수단에 비해 전 세계 배출량에 미치는 영향이 상대적으로 낮습니다. 2018년 철도 화물은 운송부문 온실가스 배출량의 겨우 1%만을 차지했으며, 철도 여객 부문은 4%를 차지했습니다.⁵² 철도 여객 부문의 약 80%와 철도 화물 이동의 절반을 차지하는 전기 철도 운송은 운영 상의 CO₂를 배출하지 않습니다. 철도 전체의 최종 에너지 믹스를 보면, 디젤 소비는 화물 철도에서 더욱 두드러지며, 2021년 전 세계 화물 철도 총 에너지 소비의 약 3분의 2를 차지했습니다.⁵³

효율성과 지속 가능성을 향상시키기 위해 철도 화물 산업은 새로운 기술과 운영 방식을 도입하고 있으며, 여러 국가에서 이러한 이니셔티브에 예산을 배정하고 있습니다.⁵⁴ 전동화는 철도 운영으로 인한 직접 배출을 제거하여 배출량을 줄이는 데 중요한 역할을 합니다. 바이오 연료와 같은 지속 가능 연료의 사용도 증가하고 있습니다. 고속철도 연결망 구축, 선로 현대화, 신호시스템 디지털화 같은 철도 네트워크의 확장은 철도시스템의 효율성과 매력을 높이고 있습니다.⁵⁵

철도 화물 부문은 앞으로 몇 년 동안 성장할 것으로 예상됩니다. 미 연방철도청은 전동화 확대와 지속 가능한 연료 사용 촉진과 같은 다양한 전략을 통해 철도 운송 부문의 탄소 발자국을 줄이기 위해 노력하고 있습니다. 또한, 철도 네트워크를 확장하여 여객과 화물 운송의 효율성을 높이고 철도 운영, 유지보수 및 건설에서 발생하는 온실가스 배출을 줄이기 위한 조치를 실현하는 것을 목표로 하고 있습니다.⁵⁵ EU는 온실가스 배출을 줄이고 주요 도로망의 혼잡을 줄이기 위해 철도 화물 운송량을 2030년까지 50%, 2050년까지 두 배로 늘리겠다는 야심찬 목표를 세웠습니다.⁵⁶

그러나 철도 화물 시장, 특히 EU에서는 에너지 가격의 급격한 상승이 직접적인 영향을 미칠 수 있습니다. 2022년과 2023년에 에너지를 충분히 확보하지 못한 철도 화물 운송업체들은 앞으로 상당히 높은 비용을 지불할 수 있습니다. 이러한 비용 부담은 잠재적으로 운송업체들이 시장에서 철수하는 요인이 될 수 있으며, 화물을 철도로 전환하는 데 있어 장애가 될 수 있습니다.⁵⁷

범위

철도 운송으로 인한 배출량은 열차에 동력을 공급하거나 다른 철도 차량을 이용해 화물을 운반하는 데 사용되는 에너지 및/또는 전기와 관련이 있습니다. 여기에는 물류 허브 운영업체의 시스템에서 공급하는 열차 추진용 에너지가 포함됩니다.

GLEC 프레임워크 v3는 전기 송전 손실(이미 전기 온실가스 배출 계수에 반영됨)과 제동(brake) 에너지를 재생하여 배전망에 재투입하는 에너지도 포함합니다. 물류 허브 경계 내에서 발생하는 내부 이동으로 인한 모든 배출량도 포함하며, 이 배출은 물류 거점 배출로 분류되므로 HOC의 일부입니다.

TOC

철도 운송의 TOC는 아래 목록에 나열된 영향 요인을 적절히 조합해 구성해야 합니다.

운영 유형:

- 장거리 화물 운송:
 - 블록 트레인
 - 단일 화차
 - 인터모달 화차
- 단거리 화물 운송 (피더 서비스)

화물 유형:

- 일반/혼합 화물
- 컨테이너 화물/스왑바디
- 벌크 화물
- 액체 벌크
- 차량 운송
- 세미 트레일러
- 기타

상태:

- 상온
- 온도 관리



추진 방식:

- 전기 모터
- 고정식 전력 공급 시스템 (전차선(catenary), 제3궤도)
- 열차 내 배터리 에너지 저장
- 연료 전지 에너지 저장
- 내연 기관
- 기타

방법론의 일관성

GLEC 프레임워크 v3는 ISO 14083 외에도 국제철도연맹(UIC)에서 권장하는 EcoTransIT World Methodology와도 일관성을 유지하고 있습니다. 미국에서는 US EPA, SmartWay Rail Carrier Tool 및 미국 육상운송위원회에서 연방 차원에서 수집 및 발표한 정보와도 일치되므로 대체 정보원으로 사용할 수 있습니다.

EcoTransIT World⁵⁸

- EcoTransIT World 툴은 WTW 온실가스 배출 및 "온실가스 프로토콜 기업 가치 사슬 회계 및 보고 기준"에서 설명하고 있는 범위와 일치합니다.
- EcoTransIT는 배출량을 CO₂/CO₂e와 TTW/WTW로 모두 보고할 수 있도록 허용하고 있습니다. 항상 WTW와 CO₂e를 포함한 값을 사용해야 합니다.
- EcoTransIT는 국가 수준의 전동화 데이터 확보가 어렵다는 점을 고려하여 지역별로 전동화와 디젤 기관차 수준을 모델링합니다.

SmartWay Rail Carrier Tool⁵⁹

- SmartWay에서는 특정 운송업체별로 CO₂e 강도 계수를 제공하지 않지만, 북미 철도 회사의 배출 강도를 나타내는 연간 평균값을 제공하여 유용하게 벤치마킹할 수 있습니다.

철도 운송 계산 시 요건

화물 중량

- 운송 활동 계산에는 실제 중량(톤)을 사용해야 합니다. 이 작업이 불가능할 경우, 화물의 중량을 기준으로 추정된 중량을 적용할 수 있습니다. 컨테이너 운송의 경우, TEU를 기준으로 중량을 추정할 수 있습니다.
- 표준 화물 운송 규칙에 따라 화물 운송에 대한 온실가스 활동 데이터는 화물 단위로 계산해야 합니다.
- 측정된 데이터가 없는 경우, 기본값에 대한 평균 적재율은 철도 운송 부문에서 제대로 확립되어 있지 않습니다. EcoTransIT는 일부 화물 유형에 대해 순 톤-킬로미터 및 총 톤-킬로미터(또는 유상 톤-킬로미터 및 무상 톤-킬로미터)에 기관차 무게와 적재 용량을 더한 값을 기준으로 적재율을 추정합니다.¹⁹ SmartWay에서는 북미 지역의 평균 철도차량 용량 데이터를 제공합니다.⁵⁹

거리

- 철도 운송 활동은 출발지과 도착지를 기초로 SFD를 기준으로 계산해야 합니다.
- 운송 활동 계산에 실제 거리를 사용하는 경우, 철도 운송 경로의 선택이 매우 제한적이며, 계획된 경로에서 벗어나는 것은 대부분 구체적 이유 때문이라는 점을 감안할 때 정확한 DAF를 설정하기 위해서는 가능한 모든 편차에 대한 추가 분석이 필요합니다.
- 철도 거리를 파악하는 것이 어려울 수 있습니다. 일부 철도 운송업체와 온실가스 배출 계산 도구에서 고객에게 철도 거리 계산기를 제공합니다. EcoTransIT의 온라인 도구를 사용하면 무료로 철도 거리를 계산할 수 있습니다.

기관차 및 에너지원 관련 고려 사항

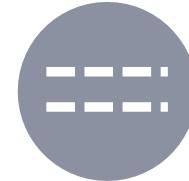
- 철도 운송의 가장 중요한 차별 요소는 기관차의 에너지원이 전기인지 디젤인지의 여부입니다. 북미에서는 디젤이 가장 일반적이므로, 실제 조건을 모르는 경우 디젤을 에너지원으로 추정합니다.
- 열차 길이(와 공차 중량 및 용량)를 알면 정보의 정확도를 높일 수 있습니다.
- 기타 에너지원으로는 전기, 디젤유, LNG 및 바이오디젤이 있습니다.



도로

전 세계에 미치는 영향

전 세계 운송 관련 배출량 측면에서 보면 도로 부문은 단연코 가장 큰 배출원으로, 여객 및 화물 도로 운송이 전체 운송 부문 배출량의 거의 4분의 3을 차지합니다.⁶¹ 2021년 유럽의 도로 화물 운송은 2020년에 비해 6.5% 증가했습니다.⁶² 그러나 전 세계 도로 화물 운송량 증가의 대부분은 비OECD 국가에서 발생할 것으로 예상됩니다.⁶³



도로 화물 운송은 대부분 디젤을 원료로 사용하며, 글로벌 기후 목표 달성을 위해서는 도로 운송의 전면적인 전동화 전환이 필수적인 것으로 간주되고 있습니다.⁶⁴ 단거리 도로 운송의 전동화는 일반적인 방식이 되어가고 있는 반면, 전기차를 이용한 장거리 운송은 아직 초기 단계에 있으며 차량에 대한 투자 확대가 점진적으로 진행되고 있습니다.

효율성 향상 관련 조치들로 인해 도로 운송 부문의 배출량을 감소시킬 수 있는 가능성이 매우 크다는 점이 확인되고 있습니다. 최적화된 차량 배정과 경로 설정, 효율적인 운전 습관 등은 에너지 효율 향상에 있어 강력하면서도 손쉽게 실천할 수 있는 사항입니다.⁶⁴ 공급망 파트너와의 협력으로 최적화된 주문 패턴과 혼적 작업을 통해 효율성을 더욱 높일 수 있습니다.

도로 화물 부문은 매우 분화되어 있습니다. EU 도로 운송업체 중 90% 이상이 직원 수가 10명 미만이며, 약 85%에 달하는 도로 화물 운송업체의 트럭 보유대수가 5대 미만입니다.⁶⁵ 미국도 마찬가지로, 대다수 운송업체(약 91%)의 트럭 보유대수가 6대 이하입니다.⁶⁶

다국적 화주와 물류 서비스 제공업체(LSP)는 글로벌 물류 수요를 충족하기 위해 수백, 심지어 수천 개의 도로 운송업체와 계약해야 할 수도 있습니다. 이로 인해 도로 운송과 그 네트워크의 효율성 최적화와 배출가스 저감이 어려워지지만, 녹색 화물 프로그램이 데이터 교환 프로세스를 간소화하는 데 도움이 될 수 있습니다.

범위

도로 운송은 상차지와 하차지 사이의 도로망을 통해 도로용 차량을 이용하여 이동하는 모든 화물을 말합니다.⁶⁷ 도로용 차량은 도로에서 사용되는 모든 차량을 의미합니다. GLEC 프레임워크에 따른 도로 운송 배출량은 도로용 화물 차량과 해당 탑재 시스템(예: 냉각용) 운영에 사용되는 연료 및/또는 전기에만 관련됩니다. 도로용 차량이나 물류 허브, 도로 인프라의 생산과 관련된 배출량은 포함되지 않습니다.⁶⁷

TOC

도로 화물 운송의 TOC는 아래 목록에 나열된 영향 요인을 적절히 조합해 구성해야 합니다.

화물 유형

- 벌크 화물
- 액체 벌크
- 컨테이너 화물
- 팔레트 화물
- 차량 운송
- 중량 제한, 일반 화물 (중량 화물)
- 용적 제한, 일반 화물 (경량 화물)

상태

- 상온
- 온도 관리

운행 유형

- 지점 간(장거리 운송)
- 집하 및 배송

계약 유형

- 공동 운송
- 전용 계약(용차, charter)

지형, 도로 유형(고속도로 vs. 도시형 도로 vs. 시골길), 차량 중량 범위, 화물차량/트레일러 차체 유형 등의 추가 요인들을 활용해 매우 세부적으로 TOC를 정의할 수 있습니다.

허브&스포크 네트워크의 배출량을 계산할 때는 네트워크의 서로 다른 요소는 별도 TOC로 식별해야 합니다. 예를 들어, 출발지에서 최초의 물류 허브까지의 운송에 대한 하나의 TOC, 최종 물류 허브에서 배송 지점까지의 운송에 대한 또 다른 TOC(즉, "스포크"), 그리고 물류 허브 간의 간선 운송을 별도의 TOC로 인식합니다.



방법론의 일관성

GLEC 프레임워크는 ISO 14083 외에도 미국 EPA의 SmartWay Truck Carrier Tool과도 호환됩니다. EPA SmartWay은 수천 개의 북미 도로 운송업체에 대한 배출 데이터를 수집 및 공유하며, GLEC 프레임워크에서도 이 정보를 사용할 수 있습니다.

SmartWay Truck Carrier Tool⁹

- SmartWay 배출 결과는 TTW, CO₂로 표시되므로 WTT 배출량을 추가하고 GLEC 프레임워크와 일치하도록 그 결과를 CO₂e 기준으로 조정해야 합니다.
- 운송업체 데이터는 운송업체의 차량의 평균 CO₂/톤-마일로 보고됩니다. 운송업체 배출 계수는 적절하게 변환해 사용할 수 있습니다.
- 보고의 일관성을 위해 US톤을 메트릭 톤으로 변환해야 할 수 있습니다.
- 운송업체 데이터는 실제 거리를 사용해 SmartWay에 보고됩니다. 실제 거리를 계획 거리로 변환하는 방법에 대한 정보는 아래 팁을 참조하십시오.

도로 운송 계산 시 요건

화물 중량과 운송 활동

- 운송 활동 계산에는 실제 중량(톤 단위)을 사용해야 합니다. 이 정보가 없으면, 화물 중량 추정값을 적용할 수 있습니다.
- 컨테이너 운송의 경우, 표준 환산 계수를 사용하여 TEU를 기준으로 중량을 추정할 수 있습니다.

거리

- 도로 운송 활동은 도로 네트워크 또는 GCD를 기초로 SFD 기준으로 계산해야 합니다. 도로 네트워크를 기반으로 한 SFD 값은 일반적으로 경로 계획 소프트웨어나 지도를 통해 확보할 수 있습니다.
- 유료 도로를 피하거나 휴게소에 들르는 등의 이유로 SFD나 GCD 대신 실제 거리를 사용하는 경우, 운송업체는 운송 사용자에게 이 정보를 통보하고 이 정보를 보고서에도 추가하는 것이 가장 좋습니다.
- 실제 거리를 사용하여 온실가스 배출 강도를 계산하는 경우 편차를 보정하기 위해 최종 배출량 계산에서 DAF를 적용해야 합니다. 이 DAF는 거리 편차와 관련하여 이용할 수 있는 정보 중 가장 정확한 정보를 기반으로 해야 하며, 운송 상황과 관련이 있어야 합니다. 이러한 정보를 사용할 수 없는 경우, DAF에 대한 일반적인 추정값을 대신 사용할 수 있습니다.

- 에너지를 사용하는 운송에서 에너지를 전혀 사용하지 않는 운송으로 전환할 때, 예를 들어 우편 및 소포 배달에 밴/트럭 대신 도보나 자전거로 배달하는 경우에도 운송망의 운송 활동을 계산할 때는 운송 활동의 전체 거리를 고려해야 합니다.

기간

- 계절적 영향을 고려하기 위해 정기 운송 작업의 운영 데이터는 1년간 집계되어야 합니다. 이렇게 하면 계절적 변동과 일시적 영향을 제거하고 장기적인 추세를 파악할 수 있습니다.
- 1년간 집계한다는 일반 규칙을 꼭 따라야 하는 것은 아니지만, 그럴 경우에는 반드시 그 내용을 기록하고 보고해야 합니다. 도로 운송 작업의 경우 운송 시간이 짧고 운송 빈도가 높아 1년보다 더 짧은 집계 기간이 오히려 적절할 수 있습니다. 대체 기간이 적절할 수 있는 사례로는 운송 서비스가 연중 특정 시기에만 제공되는 경우를 들 수 있습니다.

에너지원

- 대부분의 도로 화물 운송의 에너지원은 디젤로 가정하며, 모듈 2에서 제공되는 기본 배출 강도의 대부분이 이를 기반으로 계산됩니다.
- 배출량 계산 시 해당 국가의 일반적인 바이오 연료 혼합 비율을 반영하는 것이 중요합니다.
- 다른 에너지원으로는 바이오디젤, 전기, 수소, 압축 천연 가스(CNG), LNG 및 가솔린이 있습니다.

집하 및 배송 과정에 대한 고려 사항

많은 도로 운송 작업은 여러 곳을 경유하고 적재율도 변동하는 공유운송과 관련된 "집하 및 배송 운송"에 속합니다. 이러한 형태의 운송은 특히 도심 배송에서 흔히 나타나며, 운송 활동에서 해당 화물의 비율을 기준으로 각 화물의 총 에너지와 온실가스 배출량을 계산하는 것이 중요합니다. 명목 운송 활동을 사용하면 매일 달라질 수 있는 실제 경로와 관계없이 상차 및 하차 지점을 기준으로 전체 집하 및 배송의 총 운송활동에서 개별 화물이 차지하는 비율을 계산할 수 있습니다.

우편 및 소포 서비스

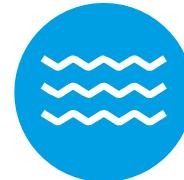
우편 및 소포 서비스는 다른 방식이 필요합니다. 고가의 개별 품목에 사용되는 주적 시스템을 제외하고, 이러한 대량 분배시스템에서 우편과 소형 소포는 주적할 수 없는 것이 보통입니다. 그런 경우에는 항목별 배출량 계산이 더 실용적인 방법입니다. 다시 강조하자면, 보고서에서 사용된 방법을 상세히 설명하고 일반적인 방법에서 벗어난 경우 이를 설명하는 것이 중요합니다.



해상

전 세계에 미치는 영향

해상 운송은 전 세계 무역의 80-90%를 차지하며⁶⁸, 글로벌 물류 부문 배출량의 약 30%를 차지합니다. 해상 운송 수요가 계속 증가함에 따라 온실가스 배출량도 크게 증가하고 있으며, 2012년에서 2018년 사이에 10.1% 증가하여, 10억7천6백만 톤에 이르렀습니다.⁶⁹ COVID-19 팬데믹 기간 동안 일시적으로 감소했으나, 해상 운송 성장세가 회복되어 2020년에서 2021년 사이에 4.7% 더 증가했으며,⁷¹ 이러한 증가세는 주로 컨테이너선, 건화물선 및 일반 화물선에서 비롯되었습니다.



세계 선대의 평균 선령이 증가하는 것에 대한 우려가 커지고 있으며, 이는 선박이 오래될수록 오염 정도가 더 높아지는 경향이 있기 때문입니다. 현재 선박 수를 기준으로 한 선대의 평균 선령은 21.9년이며, 운송 용량 기준으로는 11.5년입니다. 선주들이 새로운 장비에 대한 투자를 꺼리는 이유는 미래의 기술 발전, 비용-효율이 가장 높은 연료, 변화하는 규제 및 탄소 가격에 대한 불확실성 때문입니다.⁶⁸ 따라서 가장 효율적인 연료를 사용하고 지능형 디지털 시스템과 원활하게 통합될 수 있는 새로운 선박이 절실히 필요합니다.

해상 운송을 위한 전력, 수소 연료 전지, 새로운 항해시스템, 암모니아 및 바이오 연료 기술과 같은 혁신적인 에너지원들이 현재 개발 중입니다. 이러한 신기술들은 배출량을 줄이고 해상 운송의 지속 가능성은 축진할 것으로 보입니다. 그럼에도 불구하고 선박 건조량은 여전히 낮은 수준이며, 현재 배출량 감소에 가장 성공적인 방법 중 하나는 선박의 운항 속도를 줄이는 '슬로우 스티밍'입니다. 선박의 속도를 10% 줄이면 배출량을 27% 줄일 수 있습니다.^{71, 72}

전 세계 컨테이너 무역은 상위 10개 컨테이너 선사가 장악하고 있으며, 이들이 전체 시장의 85% 이상을 차지하고 있습니다.⁷³ 도로 부문과 같이 다수의 업체로 분산된 산업과 달리, 해운 산업에서는 몇몇 주요 업체의 집단 행동이 산업 내에서 배출량을 효과적으로 줄이고 지속 가능성을 촉진하는 데 중요한 변화를 일으킬 수 있습니다.

범위

해상 운송은 선박으로 해상에서 전부 또는 일부 구간을 이용해 화물을 이동하는 것을 말합니다.⁷⁴ 선박에는 하나 이상의 수면 배수형 선체를 가진 부유식 해양 구조물이 포함됩니다. 화물선은 일반 화물을 운송하며, 유조선은 석유와 가스 같은 액체 화물 운반에 특화되어 있습니다. 컨테이너선은 표준화된 컨테이너를 운송하도록 설계되어 있으며, 벌크선은 곡물, 석탄, 철광석 같은 품목을 운송합니다.⁷³

ISO 14083에 따라 화물 운송을 주 목적으로 에너지를 소비하는 모든 형태의 해상 운송은 이 지침에 따라 배출량을 계산합니다. 여기에는 선박의 추진과 특정 조건(예 : 냉각 또는 온도 관리)에서 화물을 유지하는 데 필요한 에너지 소비와 관련된 배출량이 포함됩니다.

선박이 항구에 있든 화물 이동이 발생하는 다른 위치에 있든 선박 활동과 관련된 온실가스 배출량은 해상 TCE의 일부로 계산하고 보고해야 합니다. 즉 육상에서 공급받아 저장한 후 선박의 추진이나 화물을 요구 조건대로 유지하는데 사용된 에너지, 특히 전기에너지와 선박 운영업체의 온실가스 활동 데이터로 포함해야 합니다.

또한, 항구 정박 중 냉매 누출로 인해 보충한 냉매와 관련된 온실가스 영향도 해상 운송의 온실가스 배출량 계산에 포함해야 합니다. 반면, 육상 전력 공급("cold ironing")은 해운회사와 별도로 합의하지 않는 한 물류 허브의 계산에 포함해야 합니다.



TOC

배출 강도가 유사한 운송 서비스를 그룹화하기 위해, 해상 운송의 TOC는 다음과 같은 영향 요인을 적절히 조합하여 구성하는 것이 좋습니다.

해상운임 TOC의 특성

선박 유형:

- 벌크선
- 화학물질용 탱커
- 일반 화물 Ro-Ro선
- 액화 가스 탱커
- 유조선
- 기타 액체 탱커
- 컨테이너선
- 자동차 운반선

화물 조건

- 상온 온도 조절
- 상온 및 온도 조절 혼합

서비스 유형:

- 정기 운항(출발지 및 도착지 쌍(pairs)에 따라)
- 트램프(비정기 운항)

혼합 해상 화물/여객 TOC의 특성:

선박 유형:

- Ro-Pax 페리(Roll-on roll-off 화물 및 여객 혼합)

선박 크기:

- 선박 유형에 따라 다름(ISO 14083의 표 G.4 참조)⁹

서비스 유형

- 정기 운항(출발지 및 도착지 쌍(pairs)에 따라)
- 용선 운항

방법론의 일관성

ISO 14083에 따라 온실가스 배출량을 계산하기 위해 선박 또는 서비스를 선박 기반 분류와 서비스 기반 분류 두 가지 방식으로 분류합니다.⁹

선박 기반 분류

IMO의 “제4차 온실가스 연구”에 따르면 화물 유형, 선박 유형, 선박 크기 범주 및 화물 조건(완전 온도 관리 선박의 경우)과 같은 매개변수를 결합하여 선박 기반 분류에 일반적으로 적용할 수 있는 TOC를 만들 수 있습니다. 이 선박 기반 분류 방법은 선박과 그 특성이 계약에 명시되어 양 당사자에게 고지되는 용선 서비스에 특히 유용합니다. 이 경우에 일반적으로 1차 데이터를 이용할 수 있으므로, 해상 운송의 온실가스 배출량 계산에 이 데이터를 사용하는 것이 좋습니다. 그 외의 모든 경우에는 특정 TOC에 대한 모델링 데이터 또는 기본 데이터를 사용할 수 있습니다.

서비스 기반 분류

운송 서비스 사용자가 특정 선박에 대해 알 수 없는 경우 서비스 기반 분류를 사용할 수 있습니다. 이는 종종 컨테이너 서비스, Ro-Ro 서비스 또는 Ro-Pax 서비스의 경우에 혼하게 발생합니다. 이 경우 운송업체는 일반적으로 특정 운송 서비스에 대해 기존

일정에 기초해 대표적인 값을 집계한 형태로 제공할 수 있습니다.

GLEC 프레임워크는 ISO 14083 외에도 아래의 방법론과 호환되며, 설명된 바와 같이 수정 사항이 반영되었습니다.

에너지원

IMO 에너지 효율 운영 지표¹⁷

- IMO는 모든 형태의 해상 운송 및 화물을 포괄하며 다양한 선박 및 에너지원에 대한 기본 계수를 제시합니다.
- IMO 값은 CO₂에서 CO₂e로 환산해야 합니다.
- IMO는 연료 수명 주기의 사용을 명시하지 않습니다.

클린 카고 탄소 회계 방법론²²

- 클린 카고는 컨테이너 선박만을 다루지만, 향후 추가 지침이 제시될 수 있습니다.
- 회원은 무역 경로별 특정 운영업체 데이터를 받아볼 수 있습니다.
- 냉동 컨테이너의 에너지 소비량 계산에 대한 구체적인 지침이 제공됩니다.

해상 운송 계산 시 요건

선박

해상 운송은 보다 구체적인 선박 정보를 확인해 배출량 계산의 정확성을 향상 시킬 수 있는 독특한 부문입니다. 수백만 대의 트럭이 화물을 운반하면서 지나치게 세분화된 도로 부문과 달리, 선박은 분류가 잘되어 있고 추적이 가능하며, 각 선박에 대한 공개 정보는 IMO의 글로벌 통합해운정보시스템을 통해 확인할 수 있습니다.⁷⁵

해상 공급망 내에서 디지털화와 데이터 공유가 지속적으로 진행되고 있어서 실제 화물을 운송하는 선박에 대한 관심을 높입니다. 이는 공급망의 투명성을 높이고, 선주와 물류 서비스 제공업체(LSP)가 공급망 계획을 개선하는 데 활용할 수 있습니다. 운송업체 및/또는 선박별 정보를 기반으로 한 정교한 선박 값은 해운 부문의 배출 감소 목표 달성을 위한 진행 상황을 추적하는 데 중요한 역할을 할 것입니다. 회사가 더 발전된 해운 기술에 투자하거나 저유황 에너지원과 슬로우 스티밍을 활용할 경우, 이러한 노력이 수치로 반영되기를 원할 것입니다.

화물 중량

컨테이너 운송의 경우, 선박에 탑재 가능한 TEU 슬롯 수가 주요 제한 요소가 되며 예약 시 사용되는 단위입니다. 따라서 TEU는 중량이나 무게 대신 일반적으로 사용되는 단위입니다. 예를 들어, Clean Cargo의 무역 경로 배출 강도 값은 TEU당 CO₂e로 표현됩니다. TEU를 톤으로 변환하는 것도 가능합니다.

TEU당 화물의 실제 중량을 알 수 없는 경우, 일반 컨테이너 기준으로 TEU당 10톤의 표준 변환 계수를 사용할 수 있습니다. 정당한 사유가 있는 경우 경량 화물의 경우 TEU당 6톤, 중량 화물의 경우 TEU당 14.5톤의 변환 계수를 사용할 수 있습니다(자세한 내용은 섹션 1 Chapter 2 계산 단계, 계산 개요 부분을 참조하십시오).



거리

- 해상 운송의 운송 활동 거리는 확보 가능한 정보에 따라 SFD 또는 GCD를 사용하여 계산해야 합니다.
 - 정확한 결과값을 얻기 위해 특정한 해상 운송 거리 계산기를 사용할 수 있습니다. 예를 들어, SFD는 항구 간 온라인 계산기나 Centre d'Études et de Recherches sur le Développement International(CERDI) 해상 거리 데이터베이스를 활용해 추정할 수 있습니다.⁷⁶
 - 실제 거리는 선박의 항해일지를 통해 확인할 수 있습니다. 이 실제 거리를 사용하여 배출 강도를 계산하는 경우, 이후의 온실가스 배출량 계산에서 DAF를 적용해야 합니다.
 - DAF는 이용 가능한 정보 중 가장 좋은 정보를 기초로 해야 하며, 운송 상황에 적합해야 합니다. 구체적 운영 DAF가 없는 경우 글로벌 기본값을 사용할 수 있습니다. Clean Cargo는 실제 해상 컨테이너의 운송 거리가 항구 간 최단 경로보다 평균적으로 15% 더 길다는 사실을 발견하여 DAF로 1.15를 사용할 것을 권장합니다.
- 해리(nautical miles)를 킬로미터로 변환하려면 '부록 단위 변환'을 활용하십시오.

운송 수단별 고려사항

- 각 TCE를 운송망으로 합산하기 전에 개별적으로 계산해야 하므로 여러 구간으로 이루어진 운항의 경우, 각 구간 또는 요소에 대한 온실가스 배출량을 합산하기 전에 개별적으로 계산해야 합니다.
- 운항 빈도가 높고, 정기적, 반복적 또는 단기간 운송인 경우, 운송업체가 해당 기간 동안 발생한 운송 작업에 대해 1년치의 운영 데이터를 집계하는 것이 일반적입니다.
- 벌크 운송의 용선 운영인 경우, 개별 운항을 식별할 수 있으므로 개별 운항에 대해 정량화하고 보고해야 합니다.
- 혼합 온도 관리 화물을 운송할 때, 이를 단일 TOC로 처리하고, 화물을 이동시키는데 필요한 에너지와 온도 관리 화물을 유지하는데 사용되는 에너지를 기준으로 온실가스 배출량을 상온 화물과 온도 관리 화물에 할당해야 합니다.
- 일반적으로 Ro-Pax 페里的 경우 혼합 승객 및 화물 운송을 단일 TOC로 처리하고, 승객 등가량(peq)를 사용하여 배출량 할당값을 추정해야 합니다. 이러한 peq는 중량 및 용적 기반 등가량의 조합을 기초로 하기 때문에 균형 잡힌 결과값을 제공합니다.

TOC의 특성을 반영한 peq 값은 다음과 같습니다.⁹

여객 운송:

- 개별 승객(수하물 포함): peq = 1.0
- 승용차: peq = 1.3
- 버스/대형버스: peq = 10.0
- 소형 캐러밴: peq = 1.1
- 중형 캐러밴: peq = 2.3
- 대형 캐러밴: peq = 3.5
- 이동식 주택: peq = 3.5
- 오토바이: peq = 0.3

화물 운송:

- 소형 밴: peq = 1.3
- 대형 밴: peq = 3.5
- 경량 트럭: peq = 10
- 굴절형 트럭: peq = 18
- 무동반(unaccompanied) 트레일러: peq = 14

1

참조

- 1 ITF (2021): ITF Transport Outlook 2021: Freight transport: Bold action can decarbonise movement of goods ; on <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/0c13b23d-en/index.html?itemId=/content/component/0c13b23d-en#section-d1e21904> ; last viewed 10/05/2023
- 2 Swiss Re Institute (2021): The economics of climate change: no action not an option; on <https://www.swissre.com/institute/research/topics-and-risk-dialogues/climate-and-natural-catastrophe-risk/expertise-publication-economics-of-climate-change.html> ; last viewed 11/05/2023
- 3 ITF (2021): International Transport Forum & Organisation for Economic Co-operation and Development. ITF Transport Outlook 2021
- 4 International Energy Agency IEA (2021): Global Energy Review: CO2 Emissions in 2020; Understanding the impacts of Covid-19 on global CO2 emissions; on <https://www.iea.org/articles/global-energy-review-co2-emissions-in-2020> ; last viewed 14/05/2023
- 5 International Energy Agency IEA (2022): Global CO2 emissions rebounded to their highest level in history in 2021; on <https://www.iea.org/news/global-co2-emissions-rebounded-to-their-highest-level-in-history-in-2021> ; last viewed 14/05/2023
- 6 Canadell, P. et al. (2021): We've made progress to curb global emissions. But it's a fraction of what's needed; The Conversation, 03/03/2021; on: <https://theconversation.com/weve-made-progress-to-curb-global-emissions-but-its-a-fraction-of-whats-needed-156114> ; last viewed 14/05/2023
- 7 GHG Protocol: Corporate Value Chain (Scope 3) Standard on: <https://ghgprotocol.org/corporate-value-chain-scope-3-standard> ; last accessed 17/07/2023
- 8 Definition used by the EC European Alternative Fuels Observatory; on <https://alternative-fuels-observatory.ec.europa.eu/> ; last accessed 17/07/2023
- 9 ISO 14083:2023 Greenhouse gases — Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations (2023)
- 10 IATA (2022): Recommended Practice 1678 for Cargo CO2 Emissions Measurement Methodology; <https://www.iata.org/en/programs/cargo/sustainability/carbon-footprint/> ; last accessed 13/05/2023
- 11 IATA (2022a): Recommended Practice 1726 Passenger CO2 Calculation Methodology, https://www.iata.org/contentassets/139d686fa8f34c4ba7a41f7ba3e026e7/iata-rp-1726_passenger-co2.pdf ; last accessed 10/09/2023
- 12 United States Environmental Protection Agency: SmartWay Air Carriers: Tools and Resources; <https://www.epa.gov/smartway/smartway-air-carriers-tools-and-resources> ; last accessed 17/07/2023
- 13 Dobers, K., Jarmer, J.-P. (2023): Guide for Greenhouse Gas Emissions Accounting at Logistics Hubs.
- 14 EU Ports European Economic Interest Group: Guidance for Greenhouse Gas Emission Footprinting for Container Terminals (2023); https://www.feport.eu/images/downloads/EEEG_GHG_Footprinting_Guidance_Version_2.0.pdf ; last accessed 17/07/2023. Last viewed 17/07/23
- 15 United States Environmental Protection Agency: SmartWay Barge Carrier: Tools and Resources <https://www.epa.gov/smartway/smartway-barge-carrier-tools-and-resources> ; last accessed 17/07/2023
- 16 Smart Freight Centre & STC-NESTRA (2018): GHG Emissions Factors for Inland Waterways Transport; <https://smart-freight-centre-media.s3.amazonaws.com/documents/GLEC-report-on-GHG-Emission-Factors-for-Inland-Waterways-Transport-SFC2018.pdf> ; last accessed 10/09/2023
- 17 International Maritime Organization: Guidelines for Voluntary Use of the Ship Energy Efficiency Operational Indicator (2009); <https://gmn.imo.org/wp-content/uploads/2017/05/Circ-684-EEOI-Guidelines.pdf> ; last accessed 17/07/2023
- 18 EcoTransIT: Methodology; <https://www.ecotransit.world/en/methodology/> ; last accessed 17/07/2023
- 19 United States Environmental Protection Agency: SmartWay Rail Carrier Tools and Resources; <https://www.epa.gov/smartway/smartway-rail-carrier-tools-and-resources> ; last accessed 17/07/2023
- 20 HBEFA 4.2 (2022) on <https://www.hbefa.net/e/index.htm> ; last visited 10/09/2023
- 21 United States Environmental Protection Agency: SmartWay Truck Carrier Partner Resources; <https://www.epa.gov/smartway/smartway-truck-carrier-partner-resources> ; last accessed 17/07/2023
- 22 Clean Cargo Working Group (2015). Clean Cargo Working Group Carbon Emissions Accounting Methodology. https://smart-freight-centre-media.s3.amazonaws.com/documents/Clean_Cargo_Emissions_Calculation_Methods_2015-06_2.pdf ; last accessed 22/08/2023
- 23 United States Environmental Protection Agency (2013). SmartWay Transport Partnership: Driving Data Integrity in Transportation Supply Chains; on https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-05/documents/smartway_transport_partnership_best_practices_in_data_quality_assurance_and_quality_control.pdf last accessed 17/07/2023
- 24 Ritchie H. (2020): Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from? <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>
- 25 Dessens, O., Köhler, M. O., Rogers, H. L., Jones, R. L. & Pyle, J. A. Aviation and Climate Change. Transp. Policy 34, 14–20 (2014).
- 26 Intergovernmental Panel on Climate Change. Clouds and Aerosols. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013).
- 27 Graver, B., Zhang, K., & Rutherford, D. (2019). CO2 emissions from commercial aviation, 2018. The International Council of Clean Transportation. Retrieved at: https://theicct.org/sites/default/files/publications/ICCT_CO2-commercial-aviation-2018_20190918.pdf ; last accessed 22/08/2023

1

참조

- 28 IATA (2022): Global Outlook for Air Transport – Times of Turbulence; on <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/airline-industry-economic-performance---june-2022---report/> ; last viewed on 10/09/2023
- 29 Air Transport Action Group. (2019). Fact sheet #3 – Tracking aviation efficiency. Retrieved from https://aviationbenefits.org/media/166506/fact-sheet_3_tracking-aviation-efficiency.pdf
- 30 Energy Transitions Commission. Reaching Zero Carbon Emissions from Aviation. (2018). Retrieved at <https://www.energy-transitions.org/publications/mission-possible> ; last accessed 17/07/2023
- 31 European Commission. (2021). Flightpath to 2050: An Aviation Strategy for Europe.
- 32 Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) by International Civil Aviation Organisation (ICAO); on <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/pages/default.aspx> ; last viewed on 10/09/2023
- 33 IATA (2022). Recommended Practice 1678 for Cargo CO2 Emissions Measurement Methodology. <https://www.iata.org/en/programs/cargo/sustainability/carbon-footprint> ; last accessed 13 May 2023
- 34 IATA (2022). Recommended Practice 1726 Per-Passenger CO2 Calculation Methodology. https://www.iata.org/contentassets/139d686fa8f34c4ba7a41f7ba3e026e7/iata-rp-1726_passenger-co2.pdf ; last accessed 19 March 2023
- 35 ICAO Carbon Emission Calculator: <https://www.icao.int/environmental-protection/Carbonoffset/Pages/default.aspx> ; last accessed 17/07/2023
- 36 Resolution A41-22: Consolidated statement of continuing ICAO policies and practices related to environmental protection — Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA). Retrieved at: https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/Resolution_A41-22CORSIA.pdf ; last accessed 17/07/2023
- 37 Trummer, W. et al. (2018): New ropeway system for Smart Urban Mobility & Logistics in the City of Graz. In Proceedings of the Transport Research Arena 2018: A Digital Era for Transport, Vienna, Austria, 16–19 April 2018. https://pure.tugraz.at/ws/portalfiles/portal/18089766/TRA2018_10696_Trummer.pdf ; last accessed 28/04/2023
- 38 Dobers, K., Perotti, S., Wilmsmeier, G., Mauer, G., Jarmer, J.-P., Spaggiari, L., Hering, M., Romano, S. & Skalski, M. (2022): Sustainable logistics hubs: greenhouse gas emissions as one sustainability key performance indicator. Proceedings of the Transport Research Arena (TRA) Conference.
- 39 World Economic Forum WEF (2009): Supply Chain Decarbonization: The Role of Logistics and Transport in Reducing Supply Chain Carbon Emissions.
- 40 McKinnon, A.C. (2018): *Decarbonizing Logistics: Distributing goods in a low carbon world*. Kogan Page
- 41 Rüdiger, D., Dobers, K., Ehrler, V.C. & Lewis, A. (2017): Carbon footprinting of warehouses and distribution centers as part of road freight transport chains. 4th International Workshop on Sustainable Road Freight Transport. Cambridge.
- 42 Dobers, K., Jarmer, J.-P. (2023): Guide for Greenhouse Gas Emissions Accounting at Logistics Hubs.
- 43 Reff Assessment Tool®: Resource Efficiency at Logistics Sites. Fraunhofer IML. Available at: <https://reff.iml.fraunhofer.de/> ; last accessed 17/07/2023
- 44 United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2020): Review of Maritime Transport 2020. <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2020> ; last accessed 28 April 2023
- 45 European Commission, Communication from the Commission: Sustainable and Smart Mobility Strategy – putting European transport on track for the future, COM(2020) 789. <https://transport.ec.europa.eu/system/files/2021-04/2021-mobility-strategy-and-action-plan.pdf> ; last accessed 28 April 2023
- 46 International Energy Agency IEA (2017): CO2 Emissions from Fuel Combustion.
- 47 Energy Transitions Commission (2018). Reaching Zero Carbon Emissions from Shipping.
- 48 The Business: Inland Water Transport Global Market Report; <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/inland-water-transport-global-market-report> ; last accessed 17/07/2023
- 49 UNECE, ITF and Eurostat (2019). Glossary for Transport Statistics. <https://unece.org/transport/publications/glossary-transport-statistics> ; last accessed 23 April 2023
- 50 Tomareva, I. A., et al. (2017). Impact of Pipeline Construction on Air Environment. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 262 012168: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/262/1/012168> ; last accessed 13 May 2023
- 51 United States Environmental Protection Agency (2020). 2011–2020 Greenhouse Gas Reporting Program Sector Profile: Petroleum and Natural Gas Systems. https://www.epa.gov/system/files/documents/2021-10/subpart_w_2020_sector_profile.pdf ; last accessed 13 May 2023
- 52 SLOCAT (2023) : SLOCAT Transport, Climate and Sustainability, Global Status Report; 3rd Edition; on <https://tcc-gsr.com/global-overview/global-transport-and-climate-change/> ; last accessed 17/07/2023
- 53 IEA (2022), Rail. Retrieved at: <https://www.iea.org/reports/rail> ; last accessed 17/07/2023
- 54 International Transport Forum ITF (2023), ITF Transport Outlook 2023, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/b6cc9ad5-en> ; last accessed 17/07/2023
- 55 United States: Department of Transportation (2022) – Rail Climate Considerations. <https://railroads.dot.gov/rail-network-development/environment/rail-climate-considerations> ; last accessed 17/07/2023
- 56 European Commission (2020), European Sustainable and Smart Mobility Strategy. Retrieved at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0789> ; last accessed 17/07/2023
- 57 ERFA (2022), High energy prices could reverse intermodal shift, says ERFA. Retrieved at: <https://erfarail.eu/news/press-release-development-of-energy-prices-threaten-competitive-rail-freight-market> ; last accessed 17/07/2023

1

참조

- 58 EcoTransIT World Initiative (EWI). (2022). Environmental Methodology and Data Update 2022. https://www.ecotransit.world/wp-content/uploads/20220908_Methodology_Report_Update_2022_Website.pdf ; last accessed 22/08/2023
- 59 United States Environmental Protection Agency. 2018 SmartWay Rail Carrier Partner Tool: Technical Documentation. (2018)
- 60 International Union of Railways (2021). RAIL Information System and Analyses: UIC Statistics. <https://uic.org/support-activities/statistics/> ; last accessed 22/08/2023
- 61 International Energy Agency (2022). CO2 Emissions from Fuel Combustion. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/3c8fa115-35c4-4474-b237-1b00424c8844/CO2Emissionsin2022.pdf> ; last accessed 25 May 2023
- 62 Eurostat (2022): Road freight transport statistics; Data extracted in September 2022
https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Road_freight_transport_statistics#EU_road_freight_transportincreased_sharply_in_2021 ; last accessed 17/07/2023
- 63 OECD ILI Library: ITF Transport Outlook (2021): Freight transport: Bold action can decarbonise movement of goods;
<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/0c13b23d-en/index.html?itemId=/content/component/0c13b23d-en#section-d1e21904> ; last accessed 17/07/2023
- 64 Energy Transitions Commission(2018): Reaching Zero Carbon Emissions from Heavy Road Transport. Retrieved at: <https://www.energy-transitions.org/publications/mission-possible> ; last accessed 17/07/2023
- 65 European Commission. (2017). COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT SWD/2017/0184. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52017SC0186> ; last accessed 17/07/2023
- 66 Federal Motor Carrier Safety Administration. (2021). Motor Carrier Management Information System (MCMIS) data snapshot: Carrier demographics. <https://www.truckinfo.net/research/trucking-statistics> ; last accessed 17/07/2023
- 67 United Nations Economic Commission for Europe, International Transport Forum & Eurostat Illustrated Glossary for Transport Statistics: 4th Edition (2009)
- 68 UNCTAD (2022). Review of Maritime Transport. <https://unctad.org/rmt2022> ; last accessed 22/08/2023
- 69 IMO (2020), Fourth IMO GHG Study 2020, IMO, London. Retrieved at:
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Fourth%20IMO%20GHG%20Study%202020%20-%20Full%20report%20and%20annexes.pdf> ; last accessed 17/07/2023
- 70 IRENA (2019), Navigating the way to a renewable future: Solutions to decarbonise shipping, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. Retrieved at:
<https://www.irena.org/publications/2019/Sep/Navigating-the-way-to-a-renewable-future> ; last accessed 17/07/2023
- 71 Transport & Environment (2023): What is the impact of shipping on climate change?; <https://www.transportenvironment.org/challenges/ships/greenhouse-gases/> ; last accessed 17/07/2023
- 72 Ammar, Nader R. (201è): Energy- and cost-efficiency analysis of greenhouse gas emission reduction using slow steaming of ships: case study RO-RO cargo vessel, Ships and offshore structures, 13(8), 868-876. Retrieved at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445302.2018.1470920> ; last accessed 17/07/2023
- 73 Shipfinex (2023): Shipping Industry: A Comprehensive Overview for 2023; <https://www.shipfinex.com/shipping-industry> ; last accessed 17/07/2023
- 74 United Nations Economic Commission for Europe, International Transport Forum & Eurostat: (2009): Illustrated Glossary for Transport Statistics: 4th edition.
<https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-manuals-and-guidelines/-/ks-ra-10-028> ; last accessed 17/07/2023
- 75 International Maritime Organisation IMO (2023): Global Integrated Shipping Information System <https://gisis.imo.org/Public/Default.aspx> ; last accessed 17/07/2023
- 76 Bertoli, S., Goujon, M. & Santoni, O. The CERDI-Seadistance Database. (2017). Retrieved at: <https://shs.hal.science/halshs-01288748/file/2016.07.pdf> ; last accessed 17/07/2023

배출결과 활용



Chapter 1
배출량 보고



Chapter 2
보고의 활용



Chapter 3
글로벌 도입 전망과 방향

참조

2

Chapter 1 배출량 보고



섹션 2 목차 페이지로 돌아가려면 여기를 클릭하세요.

2

Chapter 1
배출량
보고



온실가스 배출량 계산만큼 중요한 것이 배출량을 보고하는 것입니다. 보고는 기업이 온실가스 배출 감소에 쏟은 노력과 결과를 전달하는 것입니다. 따라서 온실가스 배출량 보고의 목적은 투명하고 정확한 정보를 제공하는 데 있습니다. 보고는 투자자, 고객 및 규제 당국을 포함한 이해관계자가 기업의 환경 영향과 지속 가능성과를 이해하는 데 도움이 됩니다.

1. 기본 원칙 개요

Smart Freight Centre(SFC)와 Global Logistics Emission Council(GLEC)이 World Business Council for Sustainable Development(WBCSD) 및 Partnership for Carbon Transparency (PACT)와 공동으로 발행한 "물류 운영의 전 과정 온실가스 보고(End-to-End 온실가스 Reporting of Logistics Operations)" 지침은 투명하고 유의미한 배출 보고를 위한 방안, 요구 사항 및 접근 방법을 자세히 다루고 있습니다.¹ 이 보고서는 SFC와 파트너 조직 간 수년간의 협력을 통해 확인된 인사이트와 필요 사항을 담고 있습니다.²

GLEC 프레임워크의 섹션 2에서는 기업이 ISO 14083에 따라 배출량을 표준화된 형태로 보고할 수 있도록 권장 사항을 요약하여 제시합니다.

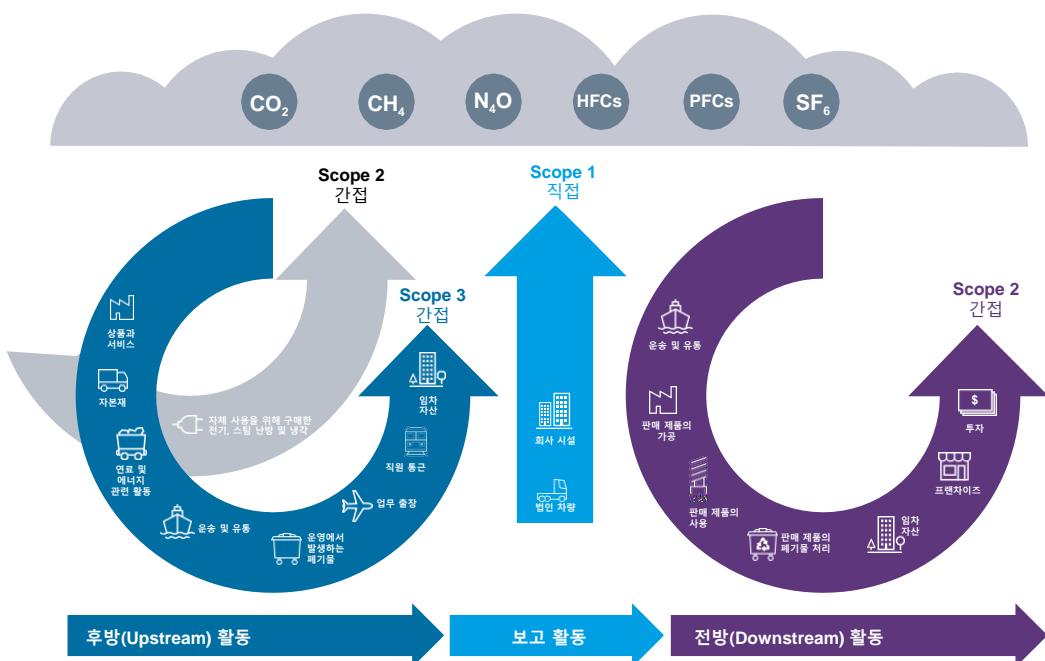
GLEC 프레임워크를 준수하고자 하는 기업은 이 chapter에서 열거한 최소 요소는 반드시 보고해야 합니다.

그러나 기업이 공유하고자 하는 온실가스 배출량에 대한 정보가 더 있는 경우, 앞서 언급한 End-to-End 지침, 온실가스 프로토콜³, CDP⁴, 과학 기반 목표 이니셔티브(SBTi)⁵ 지침과 같은 다른 보고 프레임워크를 참조할 수 있습니다. 다음 섹션에서 설명하는 보고 관련 요구 사항은 온실가스 배출량의 외부 보고와 관련이 있습니다. 관리용 내부 보고의 경우, 일반적으로 추가적인 세부 정보와 명세서가 포함되어야 합니다.

참고로, 탄소 상쇄는 기업의 전체적인 사회적 책임(CSR) 전략의 일환으로 구매할 수 있지만, GLEC 프레임워크 v3에 따른 온실가스 배출량 계산 및 보고의 일부는 아닙니다.

상쇄는 배출량에 대한 이론적 보상일 뿐, 기업이 발생시키는 배출량의 일부가 아니므로 ISO 14083에 포함되지 않습니다.

그림 1
온실가스 프로토콜³에 따른 Scope 1, 2, 3



보고 : 기본사항

배출량 보고는 다음의 두 가지 핵심 성과 지표(KPI)를 함께 사용하여 보고해야 합니다.

- 전체 온실가스 배출값: 전체적인 영향을 절대값으로 나타냅니다.
- 온실가스 배출 강도값: 배출량을 운송 활동(운송업체 또는 서비스 제공업체의 경우) 또는 제품 양(제조업체나 소매업체의 경우)과 상호 연관시켜 이 값들을 설정합니다.

파리 협정의 운송 부문 목표를 달성하려면, 총 배출량과 배출 강도 모두 단계적으로 줄여야 합니다.

총 배출량

총 배출량은 기업의 연간 배출량을 보고하고 추적하는 데 중요한 역할을 합니다. 총 배출량 또는 절대 배출량은 종종 정해진 기간 동안의 kg 또는 톤 CO₂e로 표현됩니다.

배출량은 다음과 같이 구분할 수 있습니다:

- Well-to-tank(WTT) 배출량: GLEC 프레임워크 v3 및 ISO 14083에서는 에너지 공급 온실가스 배출량을 의미합니다.
- Tank-to-wheel(TTW) 배출량: tank-to-wake 배출량이라고도 하며, GLEC 프레임워크 v3 및 ISO 14083에서는 운영 온실가스 배출량을 의미합니다.

이 두 가지를 합하면 well-to-wheel, 또는 well-to-wake(WTW) 배출량이 되며, 이는 전체 운송망 요소(TCE)의 배출량이 됩니다.

GLEC 프레임워크 v3는 ISO 14083과 마찬가지로 WTW 개념, 즉 운송망과 그 요소들의 전체 배출량을 포함하는 개념을 기초로 하고 있습니다(섹션 1 Chapter 1 참조).

온실가스 배출량을 계산하고 보고할 때, Scope 1, Scope 2, Scope 3 배출량을 포함하는 보고 단위의 범위와 관련해 다른 방법도 있습니다. 이는 온실가스 프로토콜이 배출량을 분류하는 데 사용하는 기본 개념입니다(소개 및 섹션 1 Chapter 1 참조).

GLEC 프레임워크 v3와 ISO 14083에서 설명하는 온실가스 배출량은 온실가스 프로토콜의 범위에도 포함됩니다. 그러나 기업의 가치 사슬 내 위치에 따라 배출량이 나타나는 위치가 다르기 때문에 직접적인 비교는 불가능합니다.

온실가스 프로토콜은 다양한 이해관계자들로부터 발생하는 모든 기업 관련 배출량을 포괄하며, 기업의 직접 소유 배출량(Scope 1), 간접 소유 배출량(Scope 2), 및 간접적인 가치 사슬 배출량(Scope 3)으로 구분합니다.³

물류 서비스 제공업체(LSP)의 관점에서, 자체 운영하는 운송 자산과 물류 허브에서 발생하는 배출량은, 연료 관련 배출량은 Scope 1, 전기 관련 배출량은 Scope 2로 분류됩니다. 관련 에너지 공급 배출량은 Scope 3, 카테고리 3(연료 및 에너지 관련 활동)에 포함되며, 아웃소싱된 운송의 운영 및 에너지 공급 배출량은 Scope 3, 카테고리 4(후방 운송 및 유통)에 포함됩니다. 고객의 관점에서는 이러한 모든 배출량이 Scope 3의 카테고리 4에 포함됩니다.

배출 강도

배출 강도는 운송 및 운송 작업의 효율성을 파악하기 위해 중요한 KPI입니다. 배출 강도 지표는 배출량 감소를 추적, 분석 및 전략화하는데 필요한 수치를 제공합니다. 또한, 기업의 사업 성장과 함께 효율성을 보여줄 수 있는 방법을 제시합니다. 예를 들어, 사업이 확장되면서 총 배출량은 증가할 수 있지만, 배출 강도는 감소할 수 있습니다.

일반적으로 총 배출량과 배출 강도 값을 조합하여 KPI를 보고하는 것이 운송 효율성과 지속 가능성이 개선된 정도를 이해하는 데 있어 언제나 가장 좋은 방법입니다. 톤-킬로미터 기반의 배출 강도 KPI를 총 배출량과 함께 보고하는 것을 예로 들 수 있습니다.

배출 강도 값은 운송업체가 고객과 이해관계자에게 배출량 감소 목표 달성을 위한 진행 경과를 수치로 전달할 수 있는 근거를 제시합니다. 예를 들어, 운송업체가 새로운 전기 트럭에 투자하거나 부분 적재를 줄이기 위해 화물을 통합하면 에너지 효율성이 향상되고 CO₂e 강도는 낮아질 것입니다.

그림 2

운송 운영 범주(TOC)의 배출 강도 산정

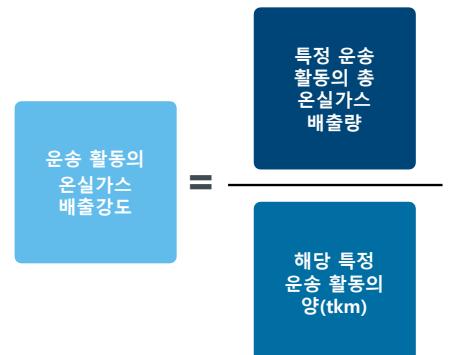
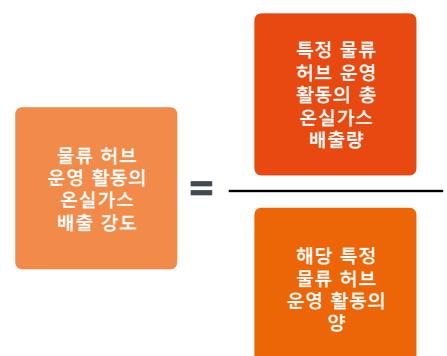


그림 3

물류 허브 운영 범주(HOC)의 배출 강도 산정



세분화

온실가스 배출량 보고의 측면에서, 세분화란 데이터가 보고되거나 분석되는 세부 수준을 의미합니다. 이는 데이터가 얼마나 작은 단위나 구체적인 구성 요소로 분해되는지를 나타냅니다.

예를 들어, 운송 및 물류 허브의 온실가스 배출량을 보고할 때, 세분화는 운송 수단, 물류 허브 유형, 특정 운송 또는 물류 허브 서비스에 대한 배출량이 보고되는 세부 수준을 의미할 수 있습니다. 세분화 수준이 높다는 것은 배출량이 매우 구체적인 세부 사항까지 보고됨을 의미하며, 세분화 수준이 낮다는 것은 배출량이 보다 일반적인 용어로 보고된다는 것을 의미합니다.

선택된 세분화 수준은 보고 주체의 목표와 의사결정 지원 또는 이해관계자와의 소통에 필요한 세부 사항의 수준에 따라 달라집니다. 일반적으로 세분화 수준이 높을 수록 더 상세한 인사이트를 제공하고 보다 정밀한 의사결정 지원에 활용할 수 있는 반면, 세분화 수준이 낮을 수록 보고와 분석 과정을 관리하기가 더 쉽고 소통하기 쉬워집니다.

2. 기본 보고 요건

보고의 기본 요건은 제공되는 정보가 정확하고 투명하며 높은 품질을 유지하는 동시에 다양한 주체 간에 비교 가능하고 호환성을 보장하기 위해 필요합니다. 따라서 보고서나 데이터를 공개할 때 반드시 이러한 요건을 충족해야 합니다.

ISO 14083 준수

모든 계산과 보고가 GLEC 프레임워크 v3를 완전히 준수하여 수행하는 것이 매우 중요합니다. ISO 14083를 준수하는 것이 목표라면 보고서에 “이 계산 결과는 ISO 14083:2023에 따라 작성되었습니다”라는 문구를 명시적으로 표시해야 합니다.

ISO 14083와 GLEC 프레임워크 v3에서 명시한 계산 절차와 차이가 나거나, 생략 또는 편차가 발생하지 않아야 합니다. 불가피한 경우, 해당 부분을 강조하고 정당한 근거를 제시해야 하며, 그 영향을 보고서에 기술해야 합니다.

투명성 요건

보고된 온실가스 배출 데이터의 신뢰성과 유용성을 보장하는 것이 중요하며, 이를 위해 필수적으로 보충 정보를 제공해야 합니다. 보충 정보는 모든 보고서 이용자가 쉽게 접근하고 이해할 수 있어야 합니다. 여기에는 온실가스 배출량이 어떻게 계산되었는지에 대한 명확한 설명과 함께 제외된 온실가스 출처나 운송 및 물류 허브 작업이 있는데도 이를 생략한 이유에 대한 설명이 포함되어야 합니다.

또한, 운송 및 물류 허브 운영이 어떻게 수행되었는지와 그 방법을 이해하는데 필요한 기타 정보에 대해 함께 설명해야 합니다.

정확성과 데이터 품질

투명성을 보장하기 위해 배출 보고서는 구조가 명확해야 하며 데이터 출처와 계산 방법을 설명해야 합니다. ISO 14083에서는 계산에 사용된 모델링 데이터 또는 기본 온실가스 배출 강도에 대해 투명하게 보고할 것을 요구하고 있습니다.² 각 보고서는 배출량 계산에 1차와 2차 데이터의 비율을 표시하여 데이터 품질에 대해 명확하게 설명해야 합니다. 2차 데이터의 경우, 모델링 데이터와 기본 데이터의 비율을 구분해 보고해야 합니다.²

모델링 데이터를 사용하는 경우, 보고서에는 사용된 모델의 유형과 적용된 매개변수를 명시해야 합니다. 차량 크기 범주, 적재율 및 거리 범주/지형 모델과 같은 다양한 TOC 매개변수에 대한 입력값으로 사용한 1차 데이터와 2차 데이터의 비율이 다를 경우, 각 매개변수에 대한 데이터 유형의 비율을 보고서에 명시해야 합니다. 또한, 각 모델에 대해 아래의 매개변수가 포함되었는지 여부를 명시해야 합니다.²

- 에너지 또는 활동 기반 모델의 사용 여부
- 차량 관련: 차량 등급과 차량 개요, 에너지 소비 개요, 차량 구성(차체 유형 및 공차 중량, 엔진 유형, 엔진 배출 등급, 차량에 사용되는 에너지, 에너지의 비율)
- 운영 관련: 화물 유형(화물 요건/특성, 특정 유형의 컨테이너 사용, 톤으로 표시된 평균 하중의 하중 계수, FTL, LTL 등의 서비스 유형, 공차 운행 정도)

- 운행 특성: 중간 경유지를 포함한 경로 특성(경로 특성, 위치 특성, 직행/경유 위치/다중 접두 및 배송), 주행 사이클(도로 유형, 도시/혼합/장거리 운송, 정차 빈도, 속도 정보, 지형), 적용 지역, 해류/유속, 맞바람/측풍/뒷바람 및 풍속, 기타 추가 매개변수

기본 배출 강도를 사용하는 경우, 보고서에는 기본 데이터의 출처와 그 사용 이유를 명시해야 합니다.

보고 주제와 형식

보고서는 최소 연 1회 작성해야 하며, 특정 변동 사항이 진행 중이거나 다양한 개발 시나리오를 평가할 때 등 필요성과 관련성이 있을 때는 더 자주 작성해야 합니다. 보고서에는 대상 기간을 정확히 명시해야 합니다.

기업의 목표와 대상에 따라 다양한 보고 형식을 사용할 수 있습니다. ISO 14083에서 권장하는 기본 보고 형식은 운송망, 총 온실가스 배출량 및 온실가스 배출 강도에 대한 데이터 뿐만 아니라 각 운송 수단과 물류 허브 운영의 TCE에 대한 총 온실가스 배출량 및 배출 강도입니다. 보고 형식에 따라 추가 요소를 보고서에 포함해야 할 수도 있습니다.²

보다 포괄적인 보고를 위해, 기업은 SFC와 WBCSD의 End-to-End 지침¹을 따르거나

온실가스 프로토콜³, CDP⁴, SBTi⁵에서 정의한 보고 요구 사항을 따를 수 있습니다. 이 프레임워크들은 ISO 보고서에서 요구하는 사항 외에도 추가적인 보고 요소를 요구합니다(다른 표준의 추가 보고 요구사항에 대해서는 정보 상자를 참조하십시오).

기업은 기본 보고서부터 시작하여 지속 가능성 관련 노력이 많아지고 이해관계자 참여가 성숙해지면 보다 포괄적인 보고로 발전하는 것이 좋습니다.

어느 경우든 실무상의 문제를 감안하여 보고서를 하나의 긴 보고서로 작성하거나 짧은 보고서 형식으로 기타 정보를 별도로 제공하는 형식으로 작성할 수도 있습니다.² 하나의 긴 보고서는 기업이나 서비스 제공자의 배출량에 대해 보다 상세한 이해가 필요한 이해관계자들이 유용하게 사용할 수 있는 포괄적이고 상세한 분석 정보를 제공합니다.

반면, 기타 정보가 별도로 제공되는 짧은 보고서는 기업이나 서비스 제공자의 배출량에 대해 빠른 검토가 필요한 이해관계자들이 더 쉽게 이해할 수 있도록 요약 정보를 제공합니다. 보고서의 형식과 범위는 기업이나 서비스 제공자의 목표, 보고서의 의도 대상과 목적, 그리고 데이터 가용성과 자원과 같은 실질적 고려 사항에 따라 결정되어야 합니다.

3. 보고 수준

계산이 끝나면, 결과값을 사용하여 배출량을 보고하고 공표할 수 있습니다. ISO 14083에서는 보고 수준에 대해 두 가지 옵션을 제시하고 있습니다.²

- 기업 수준 보고
- 운송 또는 물류 허브 서비스 수준 보고

기업 수준 보고

기업 수준 보고의 목적은 전체 기업 또는 명확하게 정의된 기업의 일부가 사용 또는 제공하는 운송 및 물류 허브 운영으로 발생한 온실가스 배출량을 반영하는 것입니다.

이 보고 형식은 모든 운송 서비스를 운영하는 기업 뿐만 아니라 상당한 수준의 운송 서비스를 구매하고 자신의 전체 운송망과 관련된 온실가스 배출량을 보고하려는 기업 모두에 적합합니다. 이 형식은 기업 전체 또는 사업 부문, 수의 부서, 운영 지역, 자회사 또는 기타 관련 기준에 부합하는 기업의 부문에서 사용할 수 있습니다.

이 수준의 보고에서는 기업이 사용하는 모든 운송 수단과 운영 서비스에서 발생하는 배출량에 대한 포괄적이고 상세한 분석이 필요하며, 여기에는 연료 사용, 연료 공급 그리고 관련된 모든 배출량이 포함됩니다.



보고서에는 아래 사항이 기본적으로 포함되어야 합니다.²

1. 대상이 되는 운송망의 식별
2. 대상이 되는 운송망의 총 온실가스 배출량의 절대값, 관련된 모든 에너지 공급 배출량을 포함
3. 대상이 되는 전체 운송망의 총 온실가스 배출 강도, 사용된 운송 활동 거리 유형을 명시한 관련된 모든 에너지 공급 배출량을 포함
4. 각 운송 수단, 각 물류 허브 운영에 대한 총 온실가스 배출량과 보고서의 대상이 되는 운송망에 포함된 모든 관련된 에너지 공급 배출량
5. 각 운송 수단, 각 물류 허브 운영에 대한 총 온실가스 배출 강도, 사용된 운송 활동 거리 유형을 명시한 관련된 모든 에너지 공급 배출량을 포함
6. 관련된 모든 보충 정보를 찾을 수 있는 참고자료.

운송 또는 물류 허브 서비스 수준 보고

운송 또는 물류 허브 서비스 수준의 보고는 서비스 제공업체가 사용자에게 제공하는 특정한 일련의 운송 또는 물류 허브 서비스의 온실가스 배출량을 보고하고자 할 때 적합합니다. 이 수준의 보고서는 제공된 특정 서비스 집합과 관련된 배출량을 더 집중적으로 분석해야 합니다.

운송 또는 물류 허브 서비스 수준에서 보고할 때, 보고서는 단일 TCE에 적용할 수도 있고,

운송망의 일부 또는 전체를 구성하는 TCE 집합에 적용할 수도 있습니다. 보고서에 포함된 운송 또는 물류 허브 서비스는 모든 대상 서비스를 나열하거나 해당 서비스가 제공되거나 사용되는 기간을 명시해서 식별할 수 있도록 합니다.

운영 수준 보고에서의 요구 사항과 유사하며, 아래 사항이 기본적으로 포함되어야 합니다.²

1. 대상이 되는 TCE 또는 운송망의 식별
2. 대상이 되는 TCE의 총 온실가스 배출량의 절대값, 관련된 모든 관련 에너지 공급 배출량을 포함

3. 보고서에 포함된 TCE의 온실가스 총 배출 강도, 사용된 운송 활동 거리 유형을 명시한 관련된 모든 에너지 공급 배출량을 포함
4. 관련된 모든 보충 정보를 찾을 수 있는 참고자료

5. 보고서에 포함된 운송 활동, 사용된 거리 유형을 명시

6. 보고서에 포함된 물류 허브 활동
7. 모든 차량 운영 및 물류 허브 운영과 관련된 온실가스 배출량
8. 운송 작업 및 물류 허브 작업의 운영 관련 온실가스 배출 강도와 사용된 운송 활동 거리 또는 사용된 기타 화물 운송 활동 단위 (예: 20피트 컨테이너 단위(TEU) 수)
9. 각 운송 수단, 각 물류 허브 운영에 대한 총 온실가스 배출량, 운송 활동 및/또는 온실가스 배출 강도, 사용된 운송 활동 거리 유형을 명시

또한, 운송 또는 물류 허브 서비스 수준의 보고서는 투명성을 보여주고 운영의 지속 가능성과 효율성을 향상시키기 위해 아래의 세부 사항이 포함되어야 합니다.²

- 물류 허브와 운송 서비스의 구분: 제공된 모든 정보는 관련된 물류 허브 또는 운송 서비스로 구분해야 합니다.
- 총 운영 에너지와 에너지 공급 온실가스 배출량의 구분: 보고서에서는 총 온실가스 배출량을 i) 운영 부문 배출량과 ii) 에너지 공급 온실가스 배출량으로 구분해야 합니다. 또한, 에너지별 온실가스 배출량의 세부 내역을 제시해야 합니다.
- 운송 수단과 물류 허브당 총 온실가스 배출 강도의 구분: 온실가스 강도를 보고할 때, 기업 전체의 평균과 각 운송 수단 및 물류 허브의 강도를 제시해야 합니다.

온실가스 강도를 보고할 때, 일정 기간 동안의 유사한 경로나 물류 거점을 그룹화하기 위해 사용된 카테고리의 세부 수준을 명시해야 합니다. 이렇게 하면 공차 운행이 있었더라도 발생한 모든 배출량이 반영되도록 할 수 있습니다.

표는 기업 및 운송 또는 물류 허브 서비스 수준에서 온실가스 배출량을 보고하기 위한 ISO 10483의 기본적인 보고 요구사항과 권장 요구사항을 요약한 것입니다.²

보고 요구사항	기업 수준	운송 또는 물류 허브 서비스 수준
운송망/서비스 식별	기업이 운영하거나 사용하는 운송망의 전부 또는 일부에 대해 보고	보고서에 포함된 TCE 또는 운송망의 식별
ISO 14083 참조	필수	필수
총 온실가스 배출량	필수	필수
총 온실가스 배출강도	필수. 사용되는 운송 활동 거리 유형을 명시할 것	필수. 사용되는 운송 활동 거리 유형을 명시할 것
각 운송 및 물류 허브 운영 수단에 대한 총 온실가스 배출량	필수	필수
각 수단에 대한 총 온실가스 총 배출 강도	필수. 사용되는 운송 활동 거리 유형을 명시할 것	필수. 사용되는 운송 활동 거리 유형을 명시할 것
보충 정보 위치 참조	필수	필수
보고서 주기	최소한 연간 기준으로 12개월 동안 수행되거나 구매한 모든 운영 사항을 포함하여 작성할 것	최소한 연간 기준으로 12개월 동안 수행되거나 구매한 모든 운영 사항을 포함하여 작성할 것
데이터 품질	적용되는 데이터의 품질에 대한 설명(1차 또는 2차, 모델링 또는 기본값)	적용되는 데이터의 품질에 대한 설명(1차 또는 2차, 모델링 또는 기본값)
표준 프로세스와의 모든 편차에 대한 명세서	필수. 편차 및 그로 인한 영향에 대한 설명을 포함할 것	필수. 편차 및 그로 인한 영향에 대한 설명을 포함할 것
추가 세부 정보 제시를 강력히 권장하는 사항	<ul style="list-style-type: none"> • 운송 수단별, 물류 허브 위치별 온실가스 배출량 세분화 • 총 온실가스 배출량을 운영 관련 온실가스 배출량과 에너지 공급 관련 온실가스 배출량으로 세분화 • 에너지별 온실가스 배출량 세분화 	

4. ISO 14083이후 GLEC 원칙에 따른 배출 감소량 추적

연간 운송수단별 물류 온실가스 배출 감축량을 집계하는 방법은 여러 가지가 있습니다. 다음의 내용은 GLEC 원칙에 따른 KPI를 나열하고 설명한 것입니다:

- 절대 배출량 감소
- 상대 배출량 감소
- 운송 활동에 대한 측정 데이터가 없는 경우 상대 배출량 감소
- 운송 방식별 상대 배출량 감소

KPI : 절대 배출량 감소

이 방법은 당해연도 운송 서비스 관련 총 온실가스 배출량(CO_2e 톤 단위)에서 전년도 배출량을 빼서 배출 감소량을 측정하는 간단한 방법입니다.

전년동기대비(YOY) 온실가스 절대 배출량 변화

= 금년도 총 배출량 - 전년도 총 배출량

KPI의 정보 가치: 전체적인 큰 그림을 전달하는 데 있으며, 기후 목표를 달성하기 위해서는 전체 운송 관련 배출량을 줄여야 합니다.

정보 가치의 한계: 이 절대값은 기업의 상대적인 배출 감소량을 반영하지 않습니다. 예를 들어, 기업의 사업이 성장하면서 동시에 에너지 효율성이 개선되었더라도 에너지 효율성 향상에도 불구하고 절대 배출량은 변하지 않을 수 있습니다.

따라서 절대 배출량 변화값 계산 뿐만 아니라 상대 배출량 변화도 고려하는 것이 중요합니다.

KPI : 상대 배출량 감소

구조적인 물류 배출량 감소 또는 배출 회피를 식별하기 위해서는 배출량을 보고 기업의 실제 운송 활동(tkm)이나 물류 허브 운행 활동과 연관지어 고려해야 합니다. 이는 특히 운송업체와 서비스 제공업체에 중요합니다. 만약 현재 연도의 상대적인 수치(예: 배출 강도)가 전년도보다 낮다면, 이는 물류 프로세스 상에서의 구조적인 배출 감소 또는 총 활동이 증가했음에도 배출이 감소했다는 증거가 됩니다.

상대 배출량 변화를 계산하기 위해서는 아래 단계를 수행해야 합니다.

1. 이전 연도의 배출 강도 값을 가져옵니다 ($\text{톤} \text{ 단위 } \text{CO}_2\text{e}/\text{tkm}$).
2. 현재 연도의 총 운송 활동량(tkm 단위)을 가져옵니다.
3. 전년도의 배출 강도 값을 현재 연도의 총 운송 활동량과 곱합니다.



4. 현재 연도의 총 배출량의 절대값을 톤 단위 CO₂e로 계산합니다.

5. 3단계에서 계산된 값을 현재 연도의 실제 배출량에서 뺍니다. 그 결과가 톤 CO₂e로 표시된 배출량의 상대적 변화입니다.

KPI의 정보 가치: 전년도 배출 강도 값을 현재 연도의 총 운송 활동량과 곱하면, 전년도에 비해 배출 강도에 변화가 없었을 경우 현재 연도에 배출되었을 CO₂e의 양을 얻을 수 있습니다.

CO₂e로 산출된 상대적 배출량 변화값이 음수라면, 이는 현재 연도의 배출 강도가 전년도보다 낮다는 것을 의미합니다.

"배출량의 상대적 변화" 값은 전년도와 비교하여 현재 연도 동안 감소한 온실가스 배출량에 해당하는 CO₂e의 양을 나타냅니다.

산출된 상대적 배출량 값이 양수라면, 이는 배출 강도가 증가했음을 나타냅니다.

"배출량의 상대적 변화" 값은 배출 강도가 변하지 않았을 경우에 비해 추가로 생성된 톤 CO₂e를 나타냅니다.

정보 가치의 한계: 이 상대값은 기업별 에너지 효율성의 개선 또는 악화를 의미하며, 따라서 배출 강도를 말합니다. 그러나 전반적인 기후 목표를 달성하려면 운송 부문 총 배출량도

줄여야 합니다. 따라서 절대 배출량과 상대 배출량을 모두 계산하는 것이 중요합니다.

KPI: 운송 활동에 대한 측정 데이터가 없는 경우

활동 데이터에 기반한 배출 강도와 가장 관련성이 높은 업체는 운송업체와 물류 서비스 제공업체입니다. 이는 운송 서비스를 구매한 업체가 구매한 운송 서비스의 효율성을 이해하는 데에도 유용할 수 있습니다. 하지만 그러한 정확한 운송 활동 데이터에 접근할 수 없는 화주의 경우, 다른 지표(예: 제품당 톤 CO₂e, 판매된 제품당 톤 CO₂e)를 기반으로 한 배출 강도값을 사용하여 유사하게 계산할 수도 있으며, 사업 활동의 변화를 고려할 때 이 방법이 더 적절할 수도 있습니다. 이 과정은 앞에서 설명한 바와 유사하며, 현재 연도의 사업 활동에 전년도의 배출 강도를 곱해 현재 연도에 대한 가상의 기준선을 계산합니다. 그런 다음 이 값을 현재 연도의 총 배출량과 비교합니다.

매출액을 대체 지표로 사용하는 것은 권장하지 않는데, 이는 최근 몇 년간의 물류 서비스 시장 가격 변동이 컸다는 점을 감안할 때 실제 물류 활동과 관련성이 적기 때문입니다.

KPI의 정보 가치: 운송 활동 대신 운송된 화물량과 같은 값을 사용하여 계산된 전년 대비 배출량 변화는 대상 기간의 실제 배출 강도 변화의 추이를 파악하는 데 도움이 될 수 있습니다. 이는 특히 공급망 구조개편이 진행 중일 때 유용할 수 있는데, 공급망이 단축 또는 연장되는 것의 영향이 고려 대상에서 제외되기(지표에서 km가 없어짐) 때문입니다. 다만, 이는 항상 근사치에 불과하며, 특히 금전적 가치가 포함될 경우 인플레이션 및 통화 가치 변화가 정보를 왜곡할 수 있습니다.

정보 가치의 한계: 계산된 값은 여전히 총 온실가스 배출량과 함께 고려되어야 하며, 특히 재정적 접근 방법을 취할 경우 (예: 환율 변동, 상품 가치 변화, 시장 가용성 변화로 인한 운송 가격 변동) 다른 많은 요인들의 영향을 받을 수 있습니다.

KPI: 운송 수단별

유사한 방법을 사용하여 각 운송 수단별로 감소된 배출량을 추적할 수 있습니다. 이를 위해 각 운송 방식에 특정한 배출 강도와 운송 활동 데이터를 사용합니다. 아래는 도로 운송의 사례입니다. 운송 수단별 분석은 운송 효율성이 투명하게 개선되도록 하는 매우 가치 있는 추가 KPI입니다. 이 KPI는 각 운송 수단 또는 각 물류 허브에 특정한 배출 강도와 운송 활동 데이터를 사용하여 계산합니다. 계산 방법은 상대 배출량에 대한 KPI와 동일합니다. 이 도로 운송 사례에서, 전년도 배출 강도에 현재 연도의 도로별 운송 활동을 곱합니다. 다음 단계에서는 현재 연도의 총 도로 운송 관련 배출량에서 이 값을 뺍니다. 두 값의 차이는 톤 단위 CO₂e 도로 운송 배출량의 변화량을 나타냅니다.





KPI의 정보 가치: 이러한 분석을 통해 다양한 운송 수단의 배출 강도 변화를 구분할 수 있습니다. 예를 들어, 철도 운송의 배출 강도가 개선된 반면, 도로 운송의 배출 강도가 악화되었는지 여부를 확인할 수 있습니다. 그런 다음 이러한 변화의 이유가 무엇인지에 대해 추가 분석을 수행할 수 있습니다(예: 교통 체증의 증가). 따라서 이러한 분석은 사용하거나 제공한 운송 서비스의 전체 배출 강도 개선 측면에서 어느 한 운송 수단에서 다른 수단으로 전환하는 것을 고려할 때 도움이 됩니다.

결과 값이 음수라면, 이는 특정 운송 수단이나 물류 허브의 현재 연도 배출 강도가 전년도보다 낮다는 것을 의미합니다. 현재 연도의 특정 운송 수단별 운송 활동이 이전보다 낮은 배출 강도로 수행되었으며, 배출량의 상대적 변화" 값은 감소된 온실가스 배출량에 해당하는 CO₂e의 양을 나타냅니다.

배출량의 상대적 변화 결과 값이 양수라면, 이는 특정 운송 수단의 배출 강도가 증가했음을 나타냅니다. "배출량의 상대적 변화" 값은 배출 강도가 변하지 않았을 경우에 비해 추가로 생성된 CO₂e 톤을 나타냅니다.

이 분석은 전체적인 큰 그림을 보여주며, 기후 목표를 달성하기 위해 전체 운송 배출량을 줄여야 한다는 점을 강조합니다(전년도와 비교하여 CO₂e 강도의 변화와 사업 및 운송 활동의 변화를 고려함).

정보 가치의 한계: 사용 가능한 데이터의 품질을 제외하고는 정보 가치에 특별한 제한은 없습니다.

기타 기준에 의한 추가 보고 요구사항

온실가스 배출량 보고에서 널리 인정된 방법은 많습니다. 크게 세 가지 그룹으로 구분될 수 있습니다:

- 포괄적인 글로벌 표준
(예: ISO 14064, 온실가스 프로토콜, 유럽 연합 배출권 거래 시스템 (EU ETS))
- 운송 관련 표준
(예: GLEC, 구. EN 16258, ISO 14083)
- 보고 이니셔티브
(예: CDP, SBTi, 다우존스 지속 가능성 지수(DJSI))

특히, SBTi³와 CDP⁴는 유의미한 목표 설정, 운송 관련 배출량의 계산 및 보고에 필요한 상세한 지침을 제공하기 때문에 기업이 보고의 정확성과 투명성을 개선할 수 있도록 합니다.

이러한 모든 표준은 GLEC Framework v3에서 설명한 원칙 및 최소 요구 사항과 일치합니다. 따라서 이러한 표준을 준수하는 기업은 화물 운송 관련 배출 보고에 필요한 기준을 충족함과 동시에 지속 가능성 보고를 더욱 광범위하게 개선하고 있음을 확신할 수 있습니다.

이러한 표준을 사용함으로써 기업은 보고서의 신뢰 가능성, 비교 가능성 및 투명성을 보장할 수 있으며, 이를 통해 이해관계자에 대해 평판을 높이고 궁극적으로 보다 더 지속 가능한 운송 부문으로의 전환에 활용할 수 있습니다.

이러한 다양한 방법론과 프레임워크는 서로 연결되어 있으며 지속 가능한 저탄소 회계 및 보고 관행을 촉진하는 데 서로를 지원합니다.

온실가스 프로토콜³

온실가스 프로토콜은 1998년 세계자원연구소 (WRI)와 세계지속가능발전기업 협의회(WBCSD) 간의 공동 노력으로 개발이 시작되었습니다. 첫 번째 버전은 2001년에 발표되었으며, 이후 다양한 부문에서 배출량을 측정하고 관리하기 위한 전 세계적으로 인정받는 프레임워크가 되었습니다. 이 프로토콜은 배출량을 세 가지 범위로 분류하며, 이 문서의 섹션 1 Chapter 4 "개별 운송수단 및 물류 허브에 대한 정보와 요구사항"에서 설명하고 있습니다.

온실가스 프로토콜 지침은 SBTi의 기준 및 권장 사항의 일부이며, CDP 보고를 위한 기본적인 방법론이기도 합니다.

온실가스 프로토콜 기업 회계와 보고 기준 개정판(GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard - Revised Edition)은 기업이 온실가스 배출량을 보고할 수 있는 지침을 제시합니다.

다음 페이지에서 계속...



Scope 1과 Scope 2 회계 및 보고에 필요한 정보는 다음과 같습니다:

- 온실가스 거래와 관련이 없는 Scope 1 및 Scope 2 총 배출량
- 각 범위에 대한 개별 배출량 데이터
- 7가지 온실가스(CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs, PFCs, SF_6 , NF_3)에 대한 배출량 데이터(M/T 및 CO_2 톤). 온실가스 프로토콜에서는 배출량을 구분하여 보고해야 하지만, 다른 접근 방법에서는 CO_2e 를 합산한 값만 필요합니다.
- 비교 및 목표 설정을 위해 기준 연도를 선택해야 하고 관련된 정책적 조치와 함께 상황을 설명해야 합니다. 이렇게 하면 기준 연도와 관련된 주요 배출량 변화를 재계산할 수 있습니다.
- 생물학적으로 격리된 탄소에서 발생하는 직접적인 CO_2 배출량 데이터
- 배출량 계산 또는 측정에 사용된 방법론(계산 툴 포함)
- 인벤토리에서 제외된 모든 출처, 시설 및/또는 작업

Scope 3 배출량 계산을 위해 온실가스 프로토콜에서는 "Corporate Value Chain(Scope 3) Accounting and Reporting Standard Supplement"를 제공합니다. 이 문서는 기업이 온실가스 배출 보고서에 공개해야 하는 필수 및 선택 정보에 대해 설명합니다. 필수 정보 항목은 다음과 같습니다.

- 온실가스 프로토콜 기업 표준에 따라 보고된 Scope 1과 Scope 2 배출량
- Scope 3 범주에 따라 별도로 보고된 Scope 3 총 배출량(Scope 3 범주 목록은 관련 CDP 섹션 참조)
- Scope 3 범주 및 활동 목록과 인벤토리에 포함됐거나 제외된 항목들 그리고 제외된 사유
- 각 Scope 3 범주에 대한 사항
- 생물학적 CO_2 배출량을 제외하고 온실가스 거래와 관련이 없는 M/T CO_2e 로 보고된 총 온실가스 배출량(CO_2 , CH_4 , N_2O , HFCs, PFCs, SF_6 , NF_3)
- 별도로 보고된 생물학적 CO_2 배출량
- 배출량 계산에 사용된 데이터 유형 및 출처에 대한 설명과 보고된 배출량 데이터의 품질에 대한 설명
- Scope 3 배출량 계산에 사용된 방법론, 할당 방법 및 추정에 대한 설명
- 공급업체 또는 기타 가치 사슬 파트너에게서 얻은 데이터를 사용하여 계산한 배출량의 비율
- 비교 및 목표 설정을 위해 기준 연도를 선택해야 하고 관련된 정책적 조치와 함께 상황을 설명해야 합니다. 이렇게 하면 기준 연도와 관련된 주요 배출량 변화를 재계산할 수 있습니다.

SBTi 운송 부문 목표 설정 지침⁵

SBTi는 CDP, 세계자원연구소(WRI), WWF 및 유엔글로벌 콤팩트(UNGC) 간의 협력으로 2015년에 설립되어 과학 기반 환경 목표 설정을 표준 기업 관행으로 확립하는 것을 목표로 하고 있습니다. SFC와 SBTi는 협력하여 온실가스 회계, 관행 및 수준 높은 원칙을 표준화하고, 전 세계적 1.5°C라는 목표에 대해 운송 산업에 적합한 추진 단계를 수립하기 위해 협력하고 있습니다.⁷ 이 협력의 목표는 SBTi Transport Sector Guidance를 업데이트하는 것입니다. 새로운 기술 지침을 개발하고 기존 리소스를 포괄적으로 업데이트하며 운송 배출량의 산정, 모니터링 및 보고에 대한 모범 사례를 정의합니다.

운송 부문 지침은 여객운송회사, 물류 서비스 제공업체, 화주, 운송업체, 우편회사, 차량 제조업체 및 가치 사슬에서 상당한 양을 배출하는 회사를 포함해 다양한 최종 사용자를 대상으로 합니다. 이 지침은 대상이 되는 운송 범주, 목표 모델링에 필요한 데이터, 예상 결과물에 대한 지침을 제시합니다. 또한 차량 관리기업이나 차량 부품 제조기업과 같은 다양한 최종 사용자를 위한 구체적인 지침도 제공합니다. 이 지침은 목표를 모델링하기 위해 기업이 추정해야 하는 온실가스 배출량을 다루며, 여기에는 WTW 배출량을 구하기 위한 배출 범위의 집계, 활동 단위의 정의, 과학 기반 목표 설정 방법 및 지속 가능한 개발 의제(SDA)를 사용하여 얻은 결과의 해석을 포함합니다.

다음 페이지에서 계속...



탄소정보공개 프로젝트(CDP)⁷

CDP는 2002년 영국에서 설립된 다국적 비영리 단체로, 수천 개의 기업이 자사의 온실가스 배출량을 공개하고 있습니다. CDP는 다양한 보고 프로토콜을 허용하며, 대부분의 기업은 온실가스 프로토콜이나 이를 기반으로 한 프로토콜을 사용해 CDP에 온실가스 배출량을 보고합니다. GLEC 프레임워크는 2018년부터 CDP로부터 보다 폭넓은 기업 보고서의 일부로 물류 온실가스 배출량 계산하고 보고하는 메커니즘으로 인정받고 있습니다.

2018년에 CDP는 운송 배출 강도 지표 생성에 관한 지침을 발표했습니다.⁸ CDP의 설문지는 배출량 보고 외에도 각 범주의 배출량 관련성을 평가하고, 배출량을 줄이기 위해 공급업체와 협력할 수 있는 가능성 평가하며, 공급망 운송 배출량과 관련된 위험을 평가하는 데 도움이 됩니다.

CDP 지침에는 Scope 1과 Scope 2에서 운송을 고려하는 방법과 Scope 3의 15개 범주 각각에 대한 상세한 보고 요구 사항이 포함되어 있습니다 (아래 목록 참조).⁹ 이 범주 중 ISO 표준에 포함된 것은 아래의 다섯 가지 뿐입니다. 1. 구매한 재화와 서비스, 3. 연료와 에너지 관련 활동, 4. 전방(upstream) 운송 및 유통, 9. 후방(downstream) 운송 및 유통, 12. 판매된 제품의 최종 처분.

- 범주 1: 구매한 재화와 서비스.** 여기에는 보고 기업이 구매한 재화와 서비스에 포함된 운송의 WTW 배출량이 포함됩니다. 원료 채취부터 생산까지(cradle-to-gate)의 배출량만 포함되며, 공급업체부터 보고 기업까지의 운송은 범주4에 포함됩니다.

- 범주 2: 자본재.** 범주 1과 마찬가지로, 이 범주에는 보고 기업이 구매한 자본재에 포함된 운송의 WTW 배출량이 포함됩니다.
- 범주 3: 연료와 에너지 관련 배출(Scope 1 또는 2에 포함되지 않음).** Scope 1에서 연소된 연료의 생산 및 유통(WTT)과 관련된 배출이 여기에 해당됩니다.
- 범주 4: 전방 운송 및 유통.** 이 범주는 1차 공급업체에서 기업 시설까지 제품을 운송하거나 기업 내 시설 간 운송을 위한 외주 물류 서비스에서 발생하는 WTW 배출량을 의미합니다. 일반적으로 이러한 서비스는 보고 기업이 비용을 부담합니다.
- 범주 5: 운영에서 발생하는 폐기물.** 이 범주는 Scope 1 활동에서 발생한 기업의 폐기물의 처리 및 처분에 사용되는 물류 활동과 관련된 WTW 배출량이 포함됩니다.
- 범주 6: 출장.** 이 범주는 운송이 중심이지만, 화물이 아닌 사람의 이동과 관련이 있습니다. 중요한 범주이긴 하지만 GLEC Framework에는 포함되지 않습니다.
- 범주 7: 직원 통근.** 범주 6과 동일합니다.
- 범주 8: 전방 임대 자산.** 보고 기업이 임차한 시설 또는 차량에서 발생하는 WTW 배출량이 해당됩니다.
- 범주 9: 후방 운송 및 유통.** 이 범주는 보고 기업에서 최종 고객까지 재화의 운송 및 유통에서 발생하는 WTW 배출량을 의미합니다. 일반적으로 이러한 물류 서비스는 보고 기업이 비용을 부담하지 않습니다.

- 범주 10: 판매된 제품의 가공.** 이 범주는 판매된 제품의 운송 및 유통에서 발생하는 WTW 배출량, 예를 들어 후방 가치 사슬의 이해관계자가 수행하는 운송 및 유통이 이 범주에 해당합니다.
 - 범주 11: 판매된 제품의 사용.** 이는 판매된 제품의 사용 단계에서 발생하는 전체 수명주기의 운송 배출량을 의미합니다. 운송 장비 제조업체에 특히 중요한 항목일 수 있습니다.
 - 범주 12: 판매된 제품의 최종 처분.** 순환 경제에서 특히 중요한 범주이며, 판매된 제품의 처분 또는 처리 과정에서 발생하는 운송 배출량이 포함됩니다.
 - 범주 13: 후방 임차 자산.** 보고 기업이 임차한 시설 또는 차량에서 발생하는 WTW 배출량이 해당됩니다.
 - 범주 14: 프랜차이즈.** 프랜차이즈에서 발생하는 운송과 관련된 WTW 배출량이 여기에 해당합니다.
 - 범주 15: 투자.** 보고 기업의 투자로 인해 발생하는 WTW 물류 배출량을 이 범주에 포함시켜야 합니다.
- Scope 3 설문지의 기타 관련 질문에는 아래 항목이 포함됩니다:
- 평가 상태.** 온실가스 프로토콜 Corporate Value Chain(Scope 3) Accounting and Reporting Standard에 명시된 기준에 따라 각 범주의 배출량을 결정합니다. 기준은 다음과 같습니다.

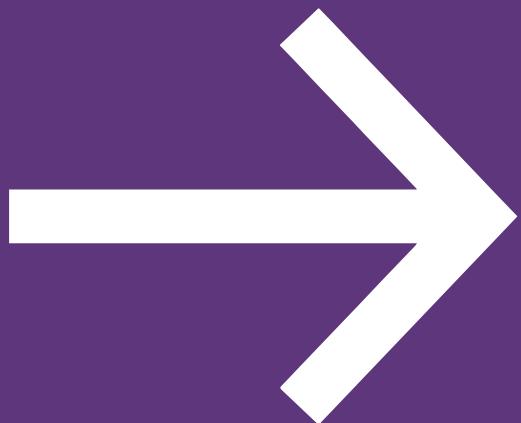
- 영향의 크기. GLEC 프레임워크 기본 요소를 사용해 제품 유통에 필요한 공급망 운송에 대해 수준 높은 평가작업을 수행하고 운송 수단과 지역별 주요 배출 지점을 확인합니다.
- 감소에 미치는 영향. 특히 확인된 주요 배출 지점에서 배출량 감소를 위해 공급업체와 협력할 수 있는지 검토합니다.
- 이해관계자의 요구 - 공급망 파트너, 투자자 및 소비자는 점점 더 소비자와 일반 대중에게 도시 지역의 화물 운송으로 인한 대기질과 기후 영향과 같은 환경 및 사회적 영향에 대한 투명성을 요구하고 있습니다.
- 위험. 공급망 운송 배출과 관련된 잠재적인 규제 또는 브랜드 관련 위험을 평가합니다.
- 배출량 계산 방법론.** GLEC 프레임워크를 사용하여 화물 운송 배출량을 계산했음을 명시합니다.
- 공급업체 또는 가치 사슬 파트너로부터 얻은 데이터를 사용하여 계산된 배출량의 비율.** GLEC Declaration의 입력 데이터와 관련된 지침을 사용해 비율을 결정합니다.
- 설명.** 설명 섹션에 추가할 수 있는 유용한 정보는 다음과 같습니다.
 - GLEC 프레임워크 데이터 유형
 - 사용된 기본 데이터의 출처
 - 용어 및 계산에 대한 참고 사항 등.

2

Chapter 2 보고의 활용

2

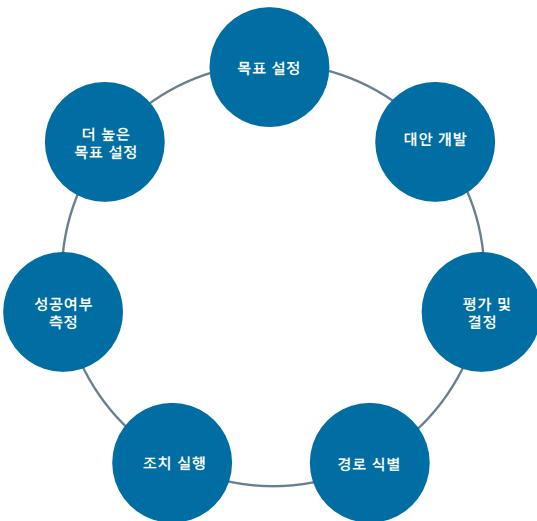
Chapter 2
보고의
활용



배출량 산정 및 보고는 도구이며, GLEC 프레임워크의 목적은 기업 활동을 최적화하는 데 있어 자신을 위해, 그리고 우리 모두를 위해 기후 목표를 달성하는 데 있어 이를 최대한 활용할 수 있도록 지원하는 것입니다. GLEC 프레임워크는 위의 모든 활동에서 이를 지원합니다. 배출량을 계산하고 보고하는 노력을 기울였고, 화물 활동에서 배출 주요 지점을 파악했으니 앞으로 할 일은 다음과 같습니다.

- 목표설정
- 탄소배출량 감소를 KPI로 사용
- 감축 계획 수립
- 노력의 가시화
- 직원 동기 부여
- 판매 및 조달 활용
- 정책에 대한 지지

위의 목록은 관점이 다양하여 여러분의 특정 상황에 따라 그 관련성이 다를 수 있습니다. 일단 첫 걸음을 내딛는 것이 중요합니다.



목표 설정

첫 번째 권장 단계는 수집한 데이터를 사용하여 기준선을 설정하고, 파리 협정의 목표인 지구 온도 상승 1.5°C 이내 유지 목표에 맞춰 목표를 설정하는 것입니다. 총 배출량과 배출 강도 모두를 기초로 하여 목표를 수립하는데, 가장 좋은 방법은 운송 수단 수준에 맞춰 목표를 설정하는 것입니다. 이러한 목표는 배출 감소 노력을 위한 목표 값을 식별하는 데 도움이 됩니다. 목표를 수립한 후에는 GLEC 프레임워크를 사용하여 달성을 수 있는 다양한 대안을 평가하고, 이 방안 중에서 어떤 것이 목표를 달성하는 데 도움이 될 수 있는지 추정할 수 있습니다. 전략을 결정한 후에는 GLEC 프레임워크를 활용해 중간 목표를 설정하고 해당 목표에 도달하고 있는지 측정할 수 있습니다. 목표를 달성하면 더 높은 목표를 설정하십시오. 설정한 목표가 지속적인 배출량 감소 프로세스의 출발점이 되어야 한다는 점이 중요합니다.

2050년 뿐만 아니라 향후 5년, 10년 또는 15년에 대한 확고한 목표를 설정하면 기업이 올바로 나아가고 있는지 확인하기가 더 쉬워집니다.

탄소 배출량 감소를 KPI로 활용

배출량 감축 목표는 기업의 정보관리 시스템에 통합되어야 하며, 이사회의 주도로 기업의 모든 부문에서 지원해야 합니다. 지속 가능성과 탄소 배출량 감소는 기업의 비전과 전략의 핵심 요소가 되어야 하며, 저탄소 화물 및 물류를 우선하는 강력한 기업 정책으로 뒷받침해야 합니다. 정확하고 정기적인 배출량 회계는 기업의 효율성 KPI에 맞춰 측정하고 최적화하며 온실가스 배출량을 최소화하는 중요한 도구입니다. 이를 통해 다음의 사항이 가능해집니다.

- 시간 경과에 따른 배출량 추적과 목표 대비 진행 상황을 확인하고, 배출량 관리에 대한 방향을 조정할 수 있습니다.
- 다양한 운송 및 물류 솔루션을 평가하고 비교할 수 있습니다.
- 화물 활동에서 효율성 개선이 가장 필요하거나 쉽게 배출량 감축 프로젝트를 시행할 수 있는 주요 지점을 식별할 수 있습니다.
- 탄소 배출량을 비용, 품질, 적시성 등과 함께 KPI로 사용하여 물류 및 운영 담당 이사들이 책임을 지도록 합니다. 이를 통해 신기술, 운송 경로, 운송업체와 기타 지표의 기후 영향을 파악하거나 배출량 감축 전략, 탄소 상쇄 및 기타 경감 조치를 결정할 수 있습니다.

- 다른 기업과 비교하여 개선점을 파악하고, 경험을 공유하거나 여러분의 효율성을 시장성이 있는 무엇인가로 변화시킬 수 있습니다.
- 배출량에 가상의 가격 또는 가격 범위를 적용하여 저탄소 세상에 대비하고, 의사 결정 시 탄소 가격을 별별 KPI로 사용할 수 있습니다.

감축계획 수립

Alan McKinnon 교수는 온실가스 배출량을 줄일 수 있는 5가지 영역을 제시했습니다.

- 1)화물 수요
- 2)화물 운송 수단
- 3)자산 활용
- 4)차량 에너지 효율성
- 5)에너지의 탄소 함량

함량이 바로 그것입니다.²⁹

GLEC 프레임워크는 이 영역에서 어떠한 조치가 배출량 목표 달성이 도움이 되는지 파악할 수 있도록 지원합니다. 또한 가장 시급한 조치가 필요한 영역을 파악하고 공급망, 운송 및 물류 네트워크의 조치와 변화에 대한 우선순위를 정하는 업무에서도 도움을 받을 수 있습니다. 이 뿐만 아니라 선택한 해결 방안들이 기업의 감축 목표를 달성하는데 충분한지 여부를 판단할 수 있도록 합니다.

기업이 구현하거나 영향을 받을 수 있는 해결 방안은 여러분이 화물 서비스 구매자인지 공급자인지, 또는 둘 다인지에 따라 달라집니다.

그림 2
화물 운송분야에서 배출량 저감을
위한 영역 및 접근 방법

화물 운송 수요 감소	화물 운송 수단 최적화	자산 활용률 증대	차량 에너지 효율 향상	에너지의 탄소 함량 감소
공급망 구조조정	모달 시프트	화물 통합	더 깨끗하고 효율적인 기술	더 깨끗한 저탄소 연료
표준화된 모듈/박스	멀티 모달 최적화	화물 최적화	효율적인 차량 및 선박	전기
3D 프린팅	복합운송 서비스	물류센터 및 창고관리	운전 습관	연료관리
탈물질화			차량 운영	
소비자행동			차량 유지보수	

출처: McKinnon 2018 and GLEC



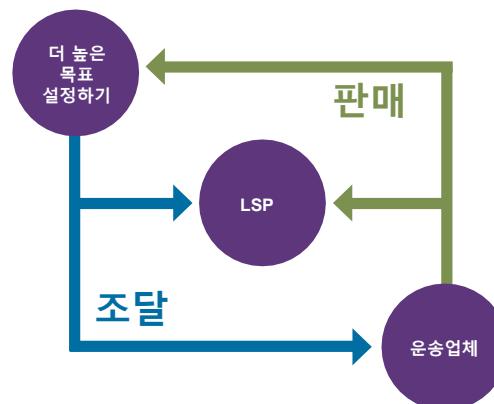
노력의 가시화

표준화된 온실가스 배출량 산정 방식을 사용하는 것은 기업이 지속 가능성 노력을 가시화하고 기후 목표 달성을 위한 의지를 증명하는 데 있어 가치 있고 존경받으며 앞으로 더 요구되는 행동입니다. 이는 자금 조달 및 보험과 같은 분야 뿐만 아니라 입찰 과정에서도 이러한 의지를 보여주는 것이 기업평가의 고려 항목이 됩니다. GLEC 프레임워크 v3를 채택하면 ISO 14083을 준수하는 것이 되고, 기업은 이해관계자의 이러한 요구와 기대에 부응할 수 있습니다. 또한 지속 가능한 방식으로 생산된 제품과 서비스에 대한 수요가 커지고 있는 고객과 공유할 수 있는 KPI를 갖추게 됩니다.

직원 동기 부여

배출량 산정을 위한 데이터 수집 과정에서 자사의 프로세스와 절차에 대해 학습하는 것을 과소평가해서는 안 됩니다. 많은 기업들이 온실가스 배출량 회계를 도입한 이후 데이터 수집과 관련된 운송 및 물류 프로세스 분석을 통해 비효율성과 개선 가능성에 대한 인사이트를 확보했다고 밝혔습니다.

그림 3
판매 및 조달 – 배출량 저감을 위한 강력한 수단



판매 및 조달 활용

탄소 감축을 활용할 수 있는 두 가지 중요한 비즈니스 부문은 판매와 조달이며, 이 과정에서 배출 데이터의 신뢰성 확보가 필수적입니다.

- 판매.** 기업이 전기차, 운전자 교육 및 연료 효율적인 경로 설정과 같은 지속 가능한 투자를 하고 있다면, 이 정보를 통해 지속 가능한 운송의 제공자 또는 사용자로서 브랜드 가치를 높일 수 있습니다. 톤-킬로미터당 CO₂ 배출량과 같은 배출 강도 KPI는 자사의 투자를 홍보하고 강조할 수 있는 정보를 제공합니다. 또한 이 정보는 운송 수단, 경로 또는 차량의 선택과 같은 물류 계획 활동에서 KPI로 사용할 수 있습니다.

- 조달.** 고객에게 온실가스 배출량 회계 정보를 제공할 수 있는 것처럼, 조달에서도 GLEC 프레임워크를 활용해 구매하는 서비스가 기업의 가치에 부합하는지 확인할 수 있습니다. "The Smart Freight Procurement Guidelines"에서는 화물 운송과 물류 조달 업무에 기후 관련 내용을 통합하는 방법에 대한 실무 지침을 제공합니다.¹⁰ 지침에서는 화물운송주선업체, 운송업체 및 LSP와 같은 운송망 하청 운영업체는 물론 다양한 조달 단계, 즉 계획, 입찰, 계약 및 계약 기반 공급업체 관리 부문에서 수행할 수 있는 여러 가지 온실가스 배출량 감소 조치를 제안합니다.

정책에 대한 지지

기업이 물류 배출량을 관리하는 주요 동기는 정부가 의무 요건을 부과하는 것을 피하기 위해서입니다. 기업은 배출량 계산 결과를 사용해 감축 노력이 성공적임을 증명할 수 있습니다. 이는 자발적 보고 제도나 Green freight 프로그램을 활용하면 가장 잘 수행할 수 있습니다. 미국 환경보호청(US EPA)의 SmartWay, 프랑스의 ObjectifCO₂, 영국의 Low Emissions Reduction Scheme 등이 있습니다.

ISO 14083이 도입되면서 전 세계적으로 적용할 수 있는 표준이 마련되었습니다. 국제적으로 적용 가능한 이 표준은 기업이 전 세계적으로 모든 운송 수단에 대해 하나의 온실가스 배출 및 보고 접근 방법을 적용할 수 있게 합니다. GLEC 프레임워크 v3는 ISO 14083과 완전히 일치하며 CDP 및 SBTi와 같은 보고 프로그램과도 호환되므로, GLEC 프레임워크 v3를 사용하는 것은 보편적으로 일치하는 온실가스 배출량 계산 형식을 적용한다는 의미이기도 합니다.

배출량 데이터의 또 다른 용도는 국가 기후 계획의 개발에 정보를 제공하는 것입니다. 파리 협정을 이행하는 국가들은 2050년까지 산업화 이전 시기보다 세계 기온 상승을 <1.5°C로 유지한다는 목표를 공동 달성하기 위해 배출량 감축 계획을 수립하고 이행해야 합니다. 대부분의 국가 온실가스 감축 목표(NDC)에서 운송 전반에 대해 언급하고 있지만, 화물 운송은 명시적으로 언급되지 않거나 운송 관련 구체적인 목표가 설정되어 있지 않은 경우가 많습니다.^{11,12}

위와 같은 상황이 서서히 변하고는 있지만, 여전히 물류 부문 배출량에 대한 업계의 전문 지식과 데이터를 활용해 더 많은 국가, 지역 및 지자체가 물류 부문 배출에 대해 더 많이 이해하고 배출량을 줄일 수 있는 가능성이 큰 상황입니다. 데이터를 공유하고 GLEC 프레임워크와 GLEC Declaration의 원칙에 부합하는 모범 사례를 통해 정부와 업계가 협력하여 2050년 기후 목표를 추적하기 위해 협력할 수 있습니다.

2

Chapter 3 글로벌 도입 전망과 방향



섹션 2 목차 페이지로 돌아가려면 여기를 클릭하세요.

2

Chapter 3
글로벌 도입
전망과 방향



ISO 14083은 표준화된 운송망 온실가스 배출 계산 및 보고의 글로벌 도입을 향해 한 단계 더 나아간 것입니다. 이 표준이 발표되면서 전 세계적으로 통일된 배출량 감축 노력을 위한 기초가 마련되었습니다. GLEC 프레임워크 v3은 이러한 내용을 모두 활용할 수 있도록 한 것입니다. 또한 GLEC는 업계와 전문가를 위한 플랫폼으로서 향후의 실행에 필수적인 협력을 촉진합니다. 그 다음으로 중요한 단계는 아래와 같습니다.

- 데이터 품질 보증
- 데이터 교환
- 배출량 도구와 접근 방법의 추가적인 일치
- 지속 가능성 이니셔티브
- 보증
- 정책
- 연구 개발

데이터 품질보증

배출량 계산 및 보고를 위한 표준이 마련된 상태에서, 다음 단계로 데이터 품질에 대한 치침과 보증 절차를 개발하는 것이 중요합니다. 이러한 데이터 품질 보증 절차를 통해 기업의 노력이 그린 워싱이 되지 않도록 방지할 수 있습니다. 데이터 교환과 함께 이 두 단계는 전 세계적 도입에 있어 중요한 요소이며 한 단계가 다른 단계를 지원합니다. 데이터 교환을 위해서는 데이터의 품질에 신뢰성이 있고 보증되어야 합니다. 동시에 데이터 교환과 빅데이터는 유의미한 기본 데이터 기반을 확립하는 데 필요합니다.

자료 교환

신뢰성 있는 데이터에 대한 접근성이 개선되면 기업과 정부가 더 나은 결정을 내릴 수 있어 기후 목표를 함께 달성을 할 수 있습니다. 이를 위해서는 데이터 교환의 개선과 지원 프로그램, 도구, 아너셔티브, 표준, 정책 및 연구가 핵심입니다. GLEC 프레임워크 적용 효과를 극대화하기 위해서는 운송업체와 고객이 양질의 데이터, 특히 독립적으로 검증된 데이터에 접근하는 것이 필수적입니다. 데이터 수집 및 아너셔티브 공유 사례는 Clean Cargo와 SmartWay에 있습니다. 특히 도로화물 부문의 운송업체와 그 고객, 정보기술 시스템 제공업체 및 에너지 효율성과 배출 데이터 플랫폼 운영업체에는 다음과 같은 추가적인 노력이 필요합니다.

- 포괄적이고 유의미한 화물 배출 KPI에 필요한 데이터 수집 방법의 통일

- 상호 운용 가능한 플랫폼 네트워크 간의 데이터 공유를 가능하게 하는 일관된 포맷 개발
- 탄소 배출의 일관된 보고를 포함하고 이를 통해 광범위한 온실가스 배출량 감소 전략의 개발 및 구현을 촉진

우리는 이미 빅데이터의 세계에 살고 있으며, 매일 수백만 톤의 복잡한 상품 이동을 조정하는 디지털 기술과 함께 데이터 양은 계속 증가할 것입니다. 디지털화로 인해 GLEC 프레임워크를 전 세계적으로 사용하는데 필요한 데이터를 수집하고 공유할 수 있는 새로운 기회가 제공될 것입니다. SFC 데이터 교환 네트워크와 WBCSD PACT/Pathfinders는 이러한 데이터 교환을 촉진하기 위한 도구입니다.

배출량 도구와 접근 방법의 추가적인 일치

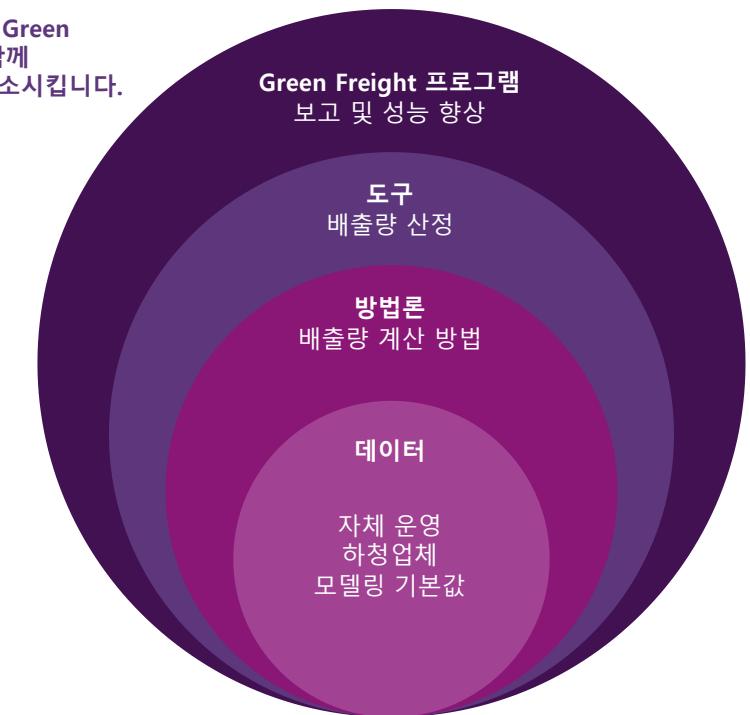
데이터 품질과 그 보증에 대한 일치 외에도 배출량 도구와 방법도 일치시키는 것이 글로벌 도입을 위한 중요한 단계입니다. 프로그램이 더 많이 일치할수록 기업은 서로 다른 요구 사항에 맞추지 않아도 되므로 배출량 계산과 보고를 더 쉽게 개선할 수 있습니다. 완전히 일치하면 배출량 계산 및 보고 요구 사항의 투명성이 보장됩니다. 이러한 단계 중 하나로, GLEC 프레임워크는 ISO 14083의 개발을 지원했으며 이제 이 표준과 완전히 일치하는 세 번째 버전을 제공하고 있습니다.

GLEC 프레임워크는 언제나 그랬듯이 도구나 프로그램이 아닌 방법론입니다. Green Freight 프로그램은 운송서비스 공급업체와 구매업체를 모두 참여시켜 물류 부문 내에서 지속 가능성은 촉진합니다.¹³ 이러한

프로그램은 업계가 협력하고 데이터를 공유하며 성과를 벤치마킹할 수 있는 경로를 보여줍니다. 수상, 등급 및 라벨과 같은 인센티브를 통해 뛰어난 성과에 주목하게 하여, 거부감을 가진 기업들이 지속 가능성에 더 많이 투자하도록 장려합니다. 배출량 보고를 포함하고 있는 프로그램은 SmartWay처럼 자체 도구를 가지고 있거나 Green Freight Asia처럼 회원사가 사용할 수 있는 방법론을 규정하고 있습니다.

외부 도구나 프로그램을 사용하는 기업과 기관은 제공업체의 방법론이 GLEC 프레임워크 v3 및 ISO 14083과 일치하는지 확인해야 합니다. 일치하면 Smart Freight Centre 인증 라벨을 받아 인정받을 수 있습니다.

그림 1
데이터, 방법, 도구 및 Green
Freight 프로그램이 함께
작동하여 배출량을 감소시킵니다.





지속가능성 이니셔티브

GLEC 프레임워크가 광범위하게 도입되도록 하는데 효과적인 또 다른 방법은 화물 부문을 넘어서는 기후 및 지속 가능성 이니셔티브를 활용하는 것입니다.

CDP는 이미 계획에 따라 물류 배출량을 보고하는 기업들에게 GLEC 프레임워크를 사용할 것을 권장하고 있습니다.¹⁴ 또한 GLEC 프레임워크는 SBTi의 운송 부문 지침의 기초이며 기업들이 자사의 목표에 물류 부문을 포함할 수 있도록 합니다.¹⁵ GLEC 프레임워크는 유엔 기후변화협약의 글로벌 기후 행동을 위한 마라케시 파트너십 하의 운송 이니셔티브인 글로벌 Green Freight 행동 계획의 일부입니다.¹⁶ 기후나 지속 가능성에 초점을 맞춘 모든 이니셔티브를 포함하여 사회적 책임투자펀드들도 이를 따르도록 권장하고 있습니다.

화물 부문은 시장 수요에 대응할 뿐 스스로를 통제하지 못합니다. 그래서 GLEC 프레임워크와 ISO 14083를 통해 물류 온실가스 배출량을 포함시키는 것을 기본으로 해서 이를 부문별 지속 가능성 이니셔티브로 통합하는 것이 중요합니다. 전자 제품 부문은 Green Electronics Council의 전자 제품 환경 평가 도구(EPEAT) 표준에 GLEC 프레임워크를 포함시켜 선도적인 역할을 하고 있습니다.¹⁷ 마찬가지로 컨테이너 항만 터미널 지침에도 통합되었습니다.¹⁸ 이상적으로는, 변화, 식품 및 임산물과 같은 제품군에서 물류 배출량이 사각지대인지 여부를 평가할 것입니다.

보증

많은 기업들이 배출량 계산 및 보고를 도입하기 시작했습니다.

기업 배출량 계산과 요구에 대한 검증 및 계산 도구 프로세스의 인증 형태로 이루어지는 보증이 이 기업들에 중요한 이유는 두 가지입니다. 첫째는 외부에 대한 투명성, 그리고 자사 경영진에 대한 명확성과 신뢰성 제공이 그것입니다.

투명성 측면에서 보면 독립적인 보증은 외부 파트너와 이해관계자들에게 계산과 보고가 지정된 표준에 따라 신뢰성 있게 수행되고 있다는 점을 확인해줍니다. 보증은 기업이 기울인 노력을 외부 파트너들에게 확인해 주는 역할을 합니다. 동시에 보고된 배출량을 고객이 신뢰할 수 있도록 하며, 정부에는 정책 수립의 기초가 됩니다.

보증이 중요한 두 번째 이유는 기업의 배출량 계산 및 보고 결과가 승인된 방법에 기초하고 있음을 확인해 주기 때문입니다. 배출량 회계는 경영진의 중요한 전략적 결정의 기초가 되기 때문에, 적용한 방법론이 신뢰할 수 있는 결과를 제공할 수 있도록 검증된 방법에 따라 수행되고 있다는 것을 파악하는 것이 매우 중요합니다. 보증 요건에 맞는 프로세스를 구축하는 것이 항상 쉽지는 않습니다. SFC와 GLEC은 ISO 14083에 정확히 부합하는 검증 체크리스트를 개발해 업계가 보증 절차를 진행할 수 있도록 지원하고 있습니다. GLEC 프레임워크 v3에 부합하는 계산 및 보고 프로세스 구현을 위한 교육을 통해 보증 작업을 성공적으로 수행할 수 있습니다.

정책

지원 정책은 기업에 큰 도움이 됩니다. 정부, 업계 및 시민단체 대표들과의 협의를 통해 폭넓게 수용될 수 있는 일관된 정책 권장 사항을 개발한 지 이미 10년이 지났습니다.¹⁹ 이 권장 사항은 시의적절하며 관련성이 높습니다. 권장 사항은 배출량 계산 및 보고의 4가지 "촉진 요소"로 그룹화되어 있습니다:

- 물류 배출량 산정을 위한 방법론 개발
- 데이터 수집 및 교환
- 물류 배출 데이터 및 관련 정보에 대한 보증
- 업계, 정부 및 기타 이해관계자들의 결과 활용

목표는 정책 우선순위를 권장함으로써 목표 수준을 높이고 업계 요구와 활동에 맞는 정책 수립을 가능하게 하는 것입니다. 이 권장 사항은 전 세계 국가의 정부, 유럽위원회 및 개발은행, 비정부기구(NGO)와 같이 정책 의제를 설정하거나 시행하는 데 관여하는 관련 조직에서 사용할 수 있습니다.

방법론 개발

- GLEC 프레임워크 및 현행 ISO 14083 지원
- 대체 연료를 포함한 단일의 글로벌 연료 배출 계수 지원
- 업계를 위한 인식 및 정보 캠페인 지원

보증

- 기업이 고품질 데이터를 수집하고 보증을 받도록 인센티브 제공
- 의무 보고 또는 탄소 가격 책정 시 보증 필요성 탐색
- 표준화된 보증 지침 및 보고 템플릿 지원

데이터 수집 및 교환

- 국제해사기구(IMO) / 국제항공운송 협회(IATA) 프로토콜 및 통일화 지원
- 글로벌(또는 EU) 데이터 교환 프로토콜 개발 지원
- 중립적인 플랫폼과 IT 아키텍처 개발을 모색하고 이를 운송관리시스템(TMS)과 연결하는 것을 검토
- 데이터 교환에서 더 중심적인 역할 수행

결과 활용

- 국가 Green freight 프로그램 수립
- 정부 목표를 관련 부문에 맞게 설정
- 업계 설문 조사 및 인식 지원
- 국가온실가스 감축 목표(NDC) 및 국가 계획에 인프라, 차량/선박 및 그 운영을 포함



연구

지난 몇 년간 업계와 연구기관 간의 긴밀한 협력을 통해 많은 성과를 이루었습니다. 현재 기후 변화와 그 영향이 점점 더 가시화되고 있습니다. 우리는 그 동안 이루어 낸 협력과 발전, 그리고 우리의 행동과 비행동의 영향을 통해 배우는 과정에 있습니다. 따라서 지속 가능성으로의 여정은 계속 진행 중이며 더 많은 조정작업과 개발이 필요합니다. 업계의 활동을 알리고 촉진하기 위한 지원 연구가 중요합니다. 하지만 배출량 산정 및 보고에 어떠한 연구가 가장 필요한지는 명확하지 않습니다. 보다 심도 있는 연구를 위해 5가지 연구 영역을 권장하는 연구 의제가 개발되었습니다.¹⁹

- 다양한 수단, 국가 및 산업 부문에 걸친 입력 데이터, 배출량 계산 및 공개를 개선한다.
- 프로토콜과 플랫폼을 사용하여 당사자 간의 데이터 교환 방식을 표준화하고, 운송 관리시스템을 업데이트하며, 당사자 간의 신뢰 문제를 해결한다.
- 배출량 계산을 ICT, 인프라, 포장재 및 대기 오염 물질까지 확장한다.
- 프로젝트 및 인프라 계획과 물류 공급망의 기업에서 배출량 계산을 허용한다.

이 연구 의제의 목표는 새로운 연구를 수행하거나 자금 지원을 할 때 정보에 입각한 결정을 내리는 데 도움을 주는 것입니다. 의제는 국가와 국제 기구, 연구 기관, 업계 및 시민단체에서 사용할 수 있습니다. 이러한 노력에는 업계의 참여와 연구 기관과의 협력으로 테스트와 검증을 위한 파일럿 프로그램을 동반해야 한다는 점을 강조하고 있습니다.

결론

사회와 기업은 화물 운송으로 인한 탄소 배출을 추적하고 줄여야 합니다. 우리는 GLEC 프레임워크가 기후 영향을 추적하는 데 있어 공통 언어를 제공함으로써 중요한 역할을 한다고 믿습니다. 지금 바로 GLEC 프레임워크와 ISO 14083을 채택하세요!

2 참조

- 1 Smart Freight Centre & WBCSD (2023): End-to-End GHG Reporting Guidance; on <https://smartfreightcentre.org/en/about-sfc/news/new-guidance-developed-by-30-global-companies-to-support-ghg-emissions-data-sharing-across-the-logistics-value-chain/> ; last visited 10/09/2023
- 2 ISO 14083:2023 Greenhouse gases — Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations (2023); <https://www.iso.org/standard/78864.html> ; last accessed 17/07/2023
- 3 GHG Protocol: Corporate Value Chain (Scope 3) Standard on: <https://ghgprotocol.org/> last accessed 17/07/2023
- 4 CDP on <https://www.cdp.net/en>
- 5 Science Based Targets Initiative on <https://sciencebasedtargets.org/>
- 6 McKinnon, A.C.(2018): *Decarbonizing Logistics: Distributing goods in a low carbon world.* Kogan Page
- 7 SBTi and SFC (2023): Smart Freight Centre and the Science Based Targets initiative join forces to further drive transport sector decarbonization on: <https://sciencebasedtargets.org/news/smart-freight-centre-and-the-science-based-targets-initiative-join-forces-to-further-drive-transport-sector-decarbonization> ; last viewed 10/09/2023
- 8 CDP Technical Note: Measuring emissions intensity of transport movements; on https://cdn.cdp.net/cdp-production/cms/guidance_docs/pdfs/000/001/690/original/CDP-technical-note-emissions-intensity-of-transport.pdf?1610104669 ; last viewed 10/09/2023
- 9 GHG Protocol Scope 3 Calculation Guidance; on <https://ghgprotocol.org/scope-3-calculation-guidance-2> ; last viewed on 10/09/2023
- 10 Smart Freight Centre and WBCSD: Smart Freight Procurement Guidelines (2019). ISBN 978-90-82-68790-3 on: https://smart-freight-centre-media.s3.amazonaws.com/documents/Smart_Freight_ProcurementGuidelines_2019_-_FINAL.pdf ; last viewed on 10/09/2023.
- 11 Gota, S. and Peet, K.: Proposed Avenues for NDCs (2016)
- 12 International Transport Forum ITF: How serious are countries about decarbonising transport?; on: <https://www.itf-oecd.org/ndc-tracker/en> ; last viewed on 10/09/2023
- 13 Smart Freight Centre: Green Freight Programms Worldwide (2017)
- 14 CDP Climate Change Scoring Methodology (2018)
- 15 SBTi Science Based Targets initiative: Transport Science-Based Target Setting (2018)
- 16 Paris Process on Mobility and Climate: Marrakesh Partnership for Global Climate Action Transport Initiatives: Stock-take on Action Toward Implementation of the Paris Agreement and the 2030 Agenda on Sustainable Development: Overview of Process (2018)
- 17 National Science Foundation, and American National Standard NSF/ANSI 429:2018 Environmental Leadership and Corporate Social Responsibility Assessment of Servers (2018)
- 18 EU Ports European Economic Interest Group: Guidance for Greenhouse Gas Emissions Footprinting for Container Terminals (2019)
- 19 Smart Freight Centre: Policy Recommendations for Logistics Emissions Accounting and Reporting (2019)
- 20 Logistics Emission Accounting and Reduction Network (LEARN) project: Research and Development Agenda Towards Eco-Labelling for Transport Chains (2018)

3

데이터



Module 1
배출 계수



Module 2
기본 연비 및 온실가스 배출 강도 값



Module 3
냉매 배출 계수

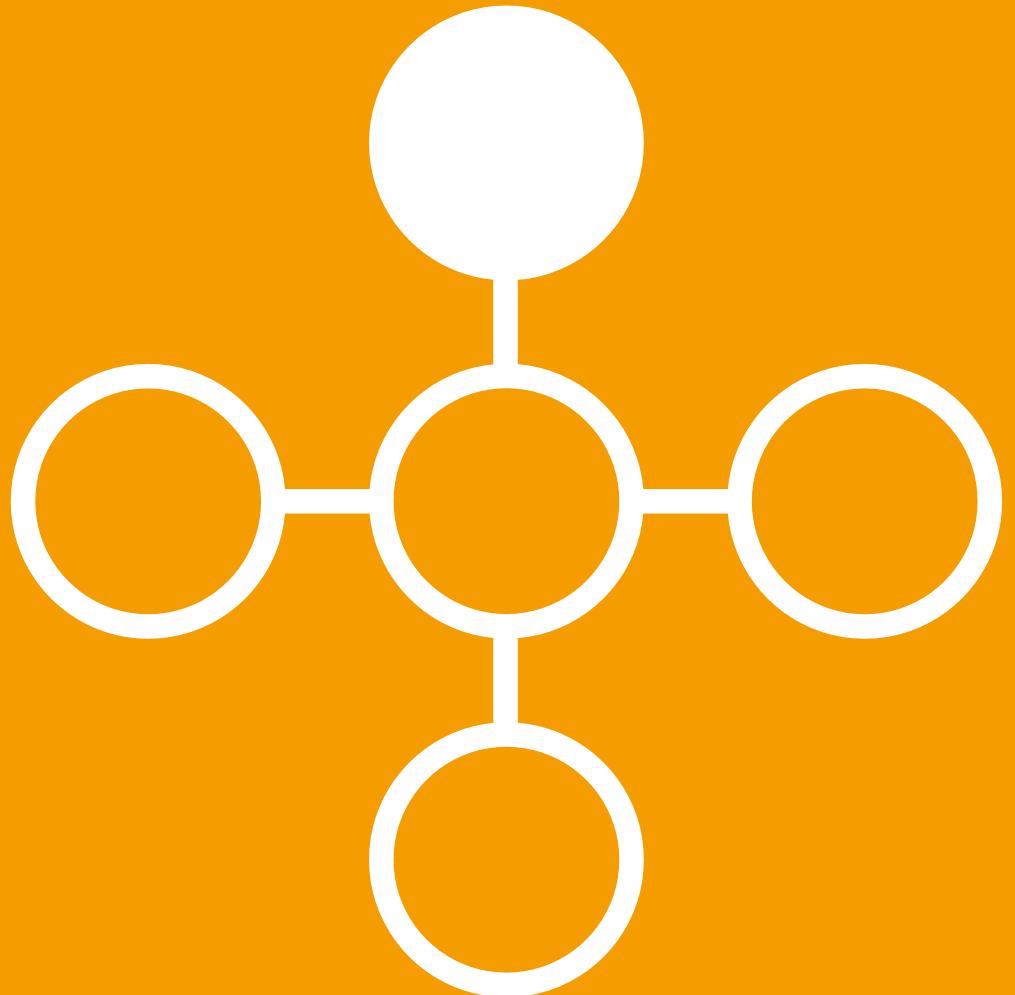


Module 4
배출가스 계산의 예 - 단계별

참조

3

Module 1 배출 계수



섹션 3 목차 페이지로 돌아가려면 여기를 클릭하세요.

3

Module 1
배출 계수



배출 계수는 운송 배출량 계산과 탄소 발자국 계산에서 중요한 역할을 합니다. 배출 계수는 화물 운송에 사용되는 연료와 에너지를 온실가스 배출 값으로 변환하는 일관된 기준을 제시합니다.

특정 종류의 연료는 항상 배출량이 동일하다고 생각할 수 있지만 실제로는 그렇지 않습니다. 자세하게 추적해 보면, 특정 날짜에 특정 장소에서 구매한 연료의 배출 계수에는 자연적인 변동성이 발견됩니다. 이는 원료의 특성, 생산 및 소비지의 위치, 유통 매크로네임, 에너지 투입과 생산 프로세스의 특성에 따라 배출 계수가 달라지기 때문입니다. 일반적으로, 기존의 화석 연료는 출처와 프로세스가 다양한 혼합물이며, 각국의 연료 품질 기준의 허용오차를 충족하기 위해 오랜 개발 과정을 거친 것입니다. 그 결과 연료에 일괄적으로 정확한 수치를 적용하는 것은 표준 방식이 아닙니다. 대신 시간이 지남에 따라 배출량이 평균적으로 대표값과 일치할 것이라는 암묵적인 이해를 바탕으로 대표값을 사용하는 것이 일반적입니다(해당 대표값이 실제로 대표적이라고 가정할 때). 일부 국가 배출 계수 데이터베이스에서 인용하고 있는 수치를 통해 국가별 연료 기준의 차이와 지역 산업의 에너지 효율성을 확인할 수 있습니다.

일반적으로 기존 연료는 원료와 생산 프로세스가 비교적 잘 알려진 편이어서 상대적으로 변동성이 낮습니다. 반면, 일부 재생 가능 연료와 온실가스 배출량의 수명 주기가 낮은 연료 등의 '신연료'는 생산 프로세스가 아직 제대로 확립되지 않은 경향이 있습니다. 신연료는 전체 수명 주기 동안 변동성이 더 크고, 사용 가능한 연료의 범위도 더 넓습니다. 따라서 현재의 시장 상황에서는 바이오 연료의 배출 계수를 일반화하면 오히려 더 큰 불확실성과 부정확성을 불러올 수 있습니다. '신연료'의 배출 계수에 대한 전면적인 검토가 필요할 수 있는데, 이는 시간과 비용이 많이 드는 과정이 될 수 있습니다. 순수한 바이오 연료와 고농도 제품도 마찬가지입니다. 반면, 일반적으로 많이 사용되는 기존 연료와 바이오연료를 상대적으로 낮은 비율(5-10%)로 혼합한 경우에는 이러한 고려가 필요하지 않습니다.

배출 계수의 출처를 파악하는 방법

배출 계수는 가장 신뢰도가 높은 출처를 기반으로 해서 전문가가 개발하는 것이 중요합니다. 전체적인 배출 계수를 개발하는 것은 GLEC의 기술 범위를 벗어납니다. 대신, 우리는 ISO 14083의 부속서 J에 설명된 방법에 따라 가장 신뢰할 수 있는 출처를 활용합니다. ISO 14083의 방법은 연료와 에너지 생산 인프라와 관련된 배출량을 포함할 것을 권장하지만 이 방법은 배출 계수 출처 전반에 걸쳐 아직 일반화되지 않은 방법입니다.

GLEC 프레임워크 모듈에서 인용하고 있는 배출 계수는 ISO 14083과 동일한 형식으로 제시됩니다. 즉, 표는 연료 주기의 well-to-tank (WTT), tank-to-wheel (TTW), full well-to-wheel (WTW) 단계별로 CO₂e 배출량을 나타냅니다. 값은 중량과 에너지 함량별로 표시되며, 일반적으로 액체 연료는 부피 단위로 판매되기 때문에 적절한 경우 밀도 정보도 제공하여 부피당 배출량을 계산할 수 있습니다. 또한 CO₂ 이외의 온실가스 배출량 값도 제시하고 있습니다. CO₂ 이외의 운영 온실가스에는 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 및 기타 불화가스가 있습니다.

입력 데이터는 동일한 출처의 최신 작성 시점을 기준으로 합니다. ISO 14083의 초안 작성과 GLEC 프레임워크 v3 제작 사이에 두 개의 주요 출처가 크게 개정되었는데 바로 ecoinvent 3.9.1 버전과 GREET 2022 연간 업데이트본이 발표되었습니다.

또한, 최신 지구온난화지수(GWP), 기후 변화에 관한 정부 간 패널(IPCC) AR6¹를 이용해 모든 연료 배출 계수를 현재의 CO₂e로 변환했습니다. 이는 IPCC AR5를 기반으로 한 ISO 14083의 부록 K의 신규 온실가스 값을 기초로 합니다.²

ecoinvent 3.9.1를 사용하는 것은 특히 중요합니다. 그 이유는 이전에 화석 연료 추출 단계에서 파악되지 않았거나 정량화되지 않은 높은 수준의 메탄 배출량이 대기 중으로 직접 방출된다는 것을 확인한 후 그 내용이 업데이트되었기 때문입니다. 그 결과, 화석 및 화석 파생 연료의 에너지 생산(WTT) 배출량이 이전의 에너지 생산 배출 추정치보다 최대 50%까지 높아졌습니다.

우리는 일관되고 대표적인 방식으로 배출량을 계산하고자 하는 기업들에게 상세한 출발점을 제시할 수 있도록 가능한 모든 조치를 취했습니다. 그러나 ecoinvent가 업데이트되면서 에너지 공급(WTT) 값이 더 높아져 서로 다른 출처의 배출 계수에 대한 합의가 이루어질 때까지는 서로 일치하지 않을 가능성이 매우 높아졌습니다.

재생 가능 연료의 배출 계수는 변동성이 훨씬 크기 때문에 여기 인용한 값은 보수적(가능한 범위의 상한)인 경향이 있습니다. 사용한 에너지를 식별할 수 있고, 신뢰할 수 있는 기관(예: RSB, 국제 지속 가능성 및 탄소 인증(ISCC))에서 제공한 해당 연료에 대한 인증된 배출 계수를 사용할 수 있는 경우 ISO 14083 부속서 J에 명시된 배출 계수 지침을 따르는 관련 문서로 뒷받침되는 구체적인 배출 계수를 사용할 것을 권장합니다.

메탄 슬립

메탄은 강력한 온실가스입니다. 따라서 압축 천연가스(CNG)와 액화천연가스(LNG) 연료의 전 과정 배출량(WTW)을 계산할 때, 공급망 상류 단계에서의 연료 재급유 및 엔진에서의 메탄 누출 가능성을 고려해야 합니다. 연료 재급유 또는 공급망의 여러 지점에서 발생하는 메탄 배출은 전체 배출 계수의 WTT(Well-to-Tank) 구성 요소에서 고려합니다.

TTW(Tank-to-Wheel) 배출량은 다른 연료보다 조금 더 복잡한 방식입니다. 대기 중으로 방출되는 미연소 연료, 즉 "메탄 슬립"의 영향은 대부분의 다른 연료의 연소로 인한 배출과 마찬가지로 지구온난화지수(GWP)를 사용해 계산합니다. 메탄 슬립의 정도는 차량 기술과 장착된 배출 저감 기술에 따라 다르게 나타납니다. 또한, 엔진은 다양한 상황에서 사용되며, 이에 적용되는 법률은 적용 방식과 지역, 운송 수단에 따라 메탄 배출 한도가 다릅니다. 결과적으로 LNG나 CNG 사용으로 인한 배출량의 최종값을 산출하기 어려울 수 있습니다. 우리는 메탄 슬립과 그로 인한 TTW 배출량에 대한 최초 추정치를 제시하고 있으며, 활용 가능한 정보가 있는 경우 엔진 기술별로 구분하고 있습니다.

국가, 지역 및 국제적 가치

배출 계수는 각 국가에서 발표된 값, 기존 운송 기준, 항공 및 해상 운송 관련 유엔 대표 기관에서 사용하는 값과 최대한 일치하는 값을 선택했습니다. 하지만 프랑스, 영국, 일본, 호주 및 캐나다를 포함한 여러 국가에서는 자체적으로 국가 배출 계수를 발표하고 있습니다. 탄소 상쇄 및 감축 제도(CORSIA)를 통해 항공 운송에 대한 배출 계수 지침도 제시되고 있으며, 국제해사기구 (IMO)도 조만간 자체 WTW 배출 계수를 발표할 예정입니다. 이러한 작업은 대부분 별도로 수행되고 있어서 단기적으로 어떤 값을 사용해야 할지에 대해 혼란과 불확실성을 불러 올 수 있습니다.

온실가스 배출에 대한 관심이 커짐에 따라 글로벌 물류 부문에서 일관성 있는 보고를 할 수 있도록 통일성 있고 포괄적인 온실가스 배출 계수를 개발하기 위한 협업 노력이 이어질 가능성이 높습니다. 그 때까지는 특정 배출 계수가 국내법 또는 국제법으로 규정된 경우 해당 값을 사용해야 하고, 이를 설명서에 명시해야 합니다. GLEC 프레임워크의 역할은 기업들에게 현지 법률을 위반하는 행동을 권장하지 않기 때문입니다.

명시적인 배출 계수가 없는 국가의 경우, 북미와 유럽 표의 해당 연료에 대한 계수 중 더 높은 값을 사용해 결과가 과소 추정되지 않도록 할 것을 권장합니다.

이 주제에 대한 지식이 더욱 발전함에 따라 프레임워크의 후속 버전에서 모든 배출 계수를 추가로 업데이트해야 할 가능성이 큽니다.

배출 계수 : 유럽

에너지	저위 발열량 MJ/kg	밀도 kg/ℓ	온실가스 배출량(운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (총/WTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (운영/TTW) kg CO ₂ e/kg	온실가스 배출량 (총/WTW) kg CO ₂ e/kg	Non-CO ₂ 온실가스 배출량 (운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	출처
휘발유	42.5	0.74	75.1	99.1	3.19	4.21	0.61	ecoinvent v3.9.1 ³
에탄올(옥수수 40%, 사탕무 35%, 25% 밀)	27.0	0.78	0.02	47.9	0.0005	1.29	0.02	ifeu, infras & Fraunhofer IML, 2022 ⁴
경유	42.8	0.83	74.1	96.6	3.17	4.13	0.05	ecoinvent v3.9.1 ³
바이오디젤(유채 50%, 폐식용유 40%, 대두 10%)	37.0	0.89	0.05	34.3	0.0019	1.27	0.05	ifeu, infras & Fraunhofer IML, 2022 ⁴
액화석유가스(LPG)	45.5	0.55	67.1	90.3	3.05	4.11	0.33	ecoinvent v3.9.1 ³
제트 등유(제트 A1과 제트 A)	43.0	0.80	74.0	93.5	3.18	4.02	0.02	ecoinvent v3.9.1 ³ and CORSIA 2019 ⁵
중유(HFO)(2.5% 유황)	41.2	0.97	76.8	93.7	3.18	3.86	1.33	ecoinvent v3.9.1 ³
LFO(Light Fuel Oil)(유황 0.1%)	42.6	0.86	75.3	95.4	3.21	4.06	1.33	ecoinvent v3.9.1 ³
천연가스의 수증기 개질한 수소, HVO/HEFA (SAF)(유채 50%, 폐식용유 50%)	120.0	n.a.	0	160.7	0	19.29	0.00	JEC 2020, modified ⁶
HVO/HEFA (SAF) (유채 50%, 폐식용유 50%)	44.0	0.77	0.05	28.6	0.0022	1.26	0.05	ifeu, infras & Fraunhofer IML, 2022 ⁴
유럽 전력 평균 (EU 27, 2019년 평균손실 포함)	n.a.	n.a.	0	97.0	n.a.	n.a.	n.a.	ifeu, infras & Fraunhofer IML, 2022 ⁴

다음 페이지에 계속

에너지	적용 예시	저위 발열량 MJ/kg	밀도 kg/l	온실가스 배출량 (운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (총/WTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (운영/TTW) kg CO ₂ e/kg	온실가스 배출량 (총/WTW) kg CO ₂ e/kg	Non-CO ₂ 온실가스 배출량 (운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	출처
압축천연가스(CNG)	유럽 점화식 트럭	49.2	n.a.	56.6	9.2	2.78	3.90	1.50	JEC 2020, modified ⁶
액화천연가스(LNG) ^	유럽 점화식 트럭	49.1	n.a.	57.9	82.6	2.84	4.05	1.50	JEC 2020, modified ⁶
바이오 CNG (옥수수 40%, 거름 40%, 유기성폐기물 20%)	유럽 점화식 트럭	50.0	n.a.	1.5	26.2	0.075	1.31	1.50	JEC 2020 and ifeu, infras & Fraunhofer IML, 2022 ⁴
바이오 LNG (옥수수 40%, 거름 40%, 유기성 폐기물 20%)	유럽 점화식 트럭	50.0	n.a.	1.5	30.3	0.075	1.52	1.50	JEC 2020 and ifeu, infras & Fraunhofer IML, 2022 ⁴
액화천연가스(LNG)	오토(Otto) 듀얼 연료선박 (중속)	49.1	n.a.	73.6	98.3	3.61	4.82	17.20	JEC 2020 ⁶ and European Commission, Fuel.EU Maritime Annex 2021 ⁷
액화천연가스(LNG)	오토(Otto) 듀얼 연료선박 (저속)	49.1	n.a.	66.0	90.7	3.24	4.45	9.60	JEC 2020 ⁶ and European Commission, Fuel.EU Maritime Annex 2021 ⁷

- LNG는 경량/도시용으로는 권장되지 않는 요소이기 때문에, 장거리/중량 도로 운송만을 기준으로 합니다.

- 바이오 연료의 온실가스 배출 계수는 원료 혼합물과 프로세스에 따라 크게 달라질 수 있습니다. 인증된 폐기물 원료는 특정 상황에서 낮거나 심지어 음의 배출 계수로 나타날 수 있으며, 이 경우에는 배출 계수를 신중하게 확인해야 의도하지 않은 결과가 유발되거나 배출량 감소 효과가 과장되는 것을 피할 수 있습니다.
- 바이오-LNG와 바이오-CNG는 재생 가능 에너지 지침 II(RED II)⁸ 기준을 충족하기 위한 온실가스 감소 임계값을 기반으로 합니다.
- Fuel EU Maritime에서도 메탄 슬립 배출량이 적은 LNG 적용을 언급하고 있지만, 기술 정의가 명확하지 않아 여기에 포함시키지 않았습니다.
- 위의 ecoinvent v3.9.1과 유럽 전기 배출 계수에서 얻은 배출 계수는 신규 요구 사항으로서 연료와 에너지 생산 인프라를 WTT 요소에 포함하는 유일하게 확인된 자료입니다.
- 여기서는 IEA 값을 사용할 수 없기 때문에 위의 전기 배출 계수는 EU 철도 기본 배출 강도를 계산하는 데 사용된 자료와 출처가 다릅니다. 비-CO₂ 온실가스 배출은 GREET⁹에서 인용한 것이며, ecoinvent 값에 포함되어 있으나 명시적으로 표시되지는 않은 항목입니다.

배출계수 : 북미

에너지	저위 발열량 MJ/kg	밀도 kg/ℓ	온실가스 배출량 (운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (총/WTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (운영/TTW) kg CO ₂ e/kg	온실가스 배출량 (총/WTW) kg CO ₂ e/kg	Non-CO ₂ 온실가스 배출량 (운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	출처
휘발유	41.7	0.749	73.0	90.5	3.04	3.78	0.61	GREET 2022 ^a
에탄올(옥수수)	27.0	0.789	0.3	51.5	0.01	1.39	0.02	GREET 2022 ^a
경유	42.6	0.847	75.7	91.4	3.22	3.89	0.05	GREET 2022 ^a
바이오디젤(대두)	37.7	0.881	0.8	22.0	0.03	0.83	0.05	GREET 2022 ^a
HVO(텔로)	44.0	0.779	0.8	18.6	0.04	0.82	0.05	GREET 2022 ^a
액화석유가스(LPG)	46.6	0.508	64.8	78.7	3.02	3.66	0.02	GREET 2022 ^a
제트 등유(제트 A1과 제트 A)	43.2	0.802	73.2	84.8	3.16	3.66	0.17	GREET 2022 ^a
중유(HFO)(유황 2.7%)	39.5	0.991	81.8	94.6	3.23	3.74	1.33	GREET 2022 ^a
초(very) 저유황 연료유(VLSFO)(유황 0.5%)	39.5	0.991	81.8	95.9	3.23	3.79	1.33	GREET 2022 ^a
초(ultra) 저유황 연료유(ULSFO)(유황 0.1%)	39.5	0.991	81.8	96.2	3.23	3.80	1.33	GREET 2022 ^a
선박디젤유(MDO)(유황 0.5%)	41.0	0.914	78.7	92.3	3.22	3.78	1.26	GREET 2022 ^a
선박가스유(MGO)(1.0% 유황)	42.8	0.837	75.2	88.1	3.22	3.77	1.20	GREET 2022 ^a
미국 전력(2019년)(평균순실 포함)	n.a.	n.a.	0	118	n.a.	n.a.	n.a.	USEPA eGRID Summary Tables, 2021 ¹⁰

다음 페이지에 계속



에너지	적용 예시	저위 발열량 MJ/kg	밀도 kg/ℓ	온실가스 배출량 (운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (총/WTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (운영/TTW) kg CO ₂ e/kg	온실가스 배출량 (총/WTW) kg CO ₂ e/kg	Non-CO ₂ 온실가스 배출량 (운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	출처
압축천연가스(CNG)	북미 점화식 트럭	47.1	n.a.	57.4	74.6	2.70	3.51	1.50	GREET 2022 ^a
액화천연가스(LNG)	북미 점화식 트럭	48.6	n.a.	57.6	76.9	2.80	3.74	1.50	GREET 2022 ^a

주요 출처에 대한 주석

Ecoinvent

ecoinvent는 스위스 취리히에 본부를 둔 비영리 협회입니다. 주요 활동은 다양한 에너지의 광범위한 배출량 계수를 포함해 LCA(전 과정 평가)와 기타 환경 평가에서 기초 데이터베이스로 전 세계에서 사용되는 ecoinvent 데이터베이스를 발간하는 것입니다. 가장 최신 버전인 3.9.1는 전 세계 천연가스와 원유의 생산에 관한 데이터를 확대 적용해 업데이트되었습니다. 또한 세계은행의 Global Gas Flaring Reduction Partnership(GGFR)에서 제시한 천연가스 플레이팅 데이터와 국제에너지기구(IEA)의 Methane Tracker 2022에서 제시한 가스 배출과 비산 배출로 인한 메탄 배출량 데이터를 통합해 제시하고 있습니다. 이러한 정보는 북미 및 유럽의 다양한 원유 소비에 대한 지역별 업데이트 정보와 함께 화석 연료의 에너지 생산 배출에 상당한 변화를 가져왔습니다.

GREET

북미 지역 값의 대부분은 Argonne National Laboratory에서 발간한 2022 GREET 모델에서 도출된 것입니다.⁹ GREET의 값은 다양한 차량 유형에 사용되는 연료의 생산 및 사용 단계별로 제시되고 있습니다.

IFEU/EcoTransIT

계산 방법은 온실가스 배출 뿐만 아니라 비온실가스 오염물질까지 범위를 확대해 RED와 RED II의 방법론 규칙을 엄격히 따릅니다. 여기서 사용된 도구는 BioEm 프로젝트¹¹로 구축되었으며, 이 데이터베이스의 목적에 맞게 조정되었습니다. 이 도구는 원재료와 중간재 및 바이오 연료의 재배, 가공 및 주유소까지의 운송으로 인한 직접 배출과 상류 배출까지 다루고 있습니다. BioEm 도구는 토지 용도 변경으로 인한 배출량도 포함시킬 수 있지만, 그로 인해 결정된 배출 계수에서는 제외되었습니다. 그 이유는 방법론에 대한 전문가들 간의 합의가 아직 부족하기 때문입니다. 최근 CORSIA 배출 계수와 함께 토지 용도 변경에 대한 계수가 발표되어,⁴ 이 계수를 일반적으로 사용하기 시작했으므로 향후 업데이트 작업 시 수정이 필요할 것입니다.



바이오연료 혼합

많은 국가에서 화석 연료와 혼합되는 바이오 연료의 최소 및/또는 최대 함량을 규정하고 있습니다. 이 연료의 온실가스 배출 계수는 연료의 구성 비율에 따라 계산할 것을 권장합니다. 구성 비율은 현지 법령에 따라 에너지 함량이나 부피, 중량으로 정의될 수 있습니다. 국가마다 법령이 다르기 때문에 이러한 배출 계수의 종합적인 목록을 제시하는 것은 불가능합니다. 하지만 아래 표의 예시를 통해 디젤/바이오디젤 혼합 연료에 어떻게 적용되는지 파악할 수 있습니다.

에너지	저위 발열량 MJ/kg	밀도 kg/l	체적 에너지밀도 MJ/l	온실가스배출량 (에너지 공급/ WTT) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (운영/TTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스배출량 (총/WTW) g CO ₂ e/MJ	온실가스 배출량 (에너지 공급/WTT) kg CO ₂ e/kg	온실가스배출량 (운영/TTW) kg CO ₂ e/kg	온실가스 배출량 (총/WTW) kg CO ₂ e/kg
디젤 100%	42.8	0.832	35.6	22.5	74.1	96.6	0.96	3.17	4.13
디젤 99%, 바이오디젤 1%	42.7	0.833	35.6	22.6	73.4	96.0	0.97	3.14	4.10
디젤 98%, 바이오디젤 2%	42.7	0.833	35.6	22.7	72.6	95.4	0.97	3.10	4.07
디젤 95%, 바이오디젤 5%	42.5	0.835	35.5	23.1	70.4	93.5	0.98	2.99	3.97
디젤 93%, 바이오디젤 7%	42.4	0.836	35.4	23.3	68.9	92.2	0.99	2.92	3.91
디젤 90%, 바이오디젤 10%	42.2	0.838	35.4	23.7	66.7	90.4	1.00	2.82	3.82
디젤 80%, 바이오디젤 20%	41.6	0.844	35.1	24.9	59.3	84.1	1.03	2.47	3.50
디젤 50%, 바이오디젤 50%	39.9	0.862	34.4	28.4	37.1	65.5	1.13	1.48	2.61
바이오디젤 100%(유채 50%, 폐식용유 40%, 대두 10%)	37.0	0.892	33.0	34.3	0.05	34.3	1.27	0.0019	1.27

배출 계수 조정: GLEC v2에서 GLEC v3로의 변경

우리는 Ecoinvent 3.9.1에서 제시한 화석 연료의 에너지 공급 배출 값으로 인해 유럽 배출 계수가 크게 증가하면서 이미 특정한 배출 감소 노력에 전념한 기업들에게 상당한 문제를 일으킬 수 있다는 점을 이해하고 있습니다. 배출량 기준을 수정하고 향후 목표와 궤도를 재조정하는 과정은 간단하지 않기 때문에 이러한 새로운 값에 적응하는 데 시간이 걸릴 수 있습니다.

따라서 유럽의 최신 수치를 사용해 배출량을 계산하는 기업들이 새로운 수치를 이전 기준선과 비교하여 쉽게 이해할 수 있도록 다음과 같이 대략적인 조정 계수를 제시합니다.

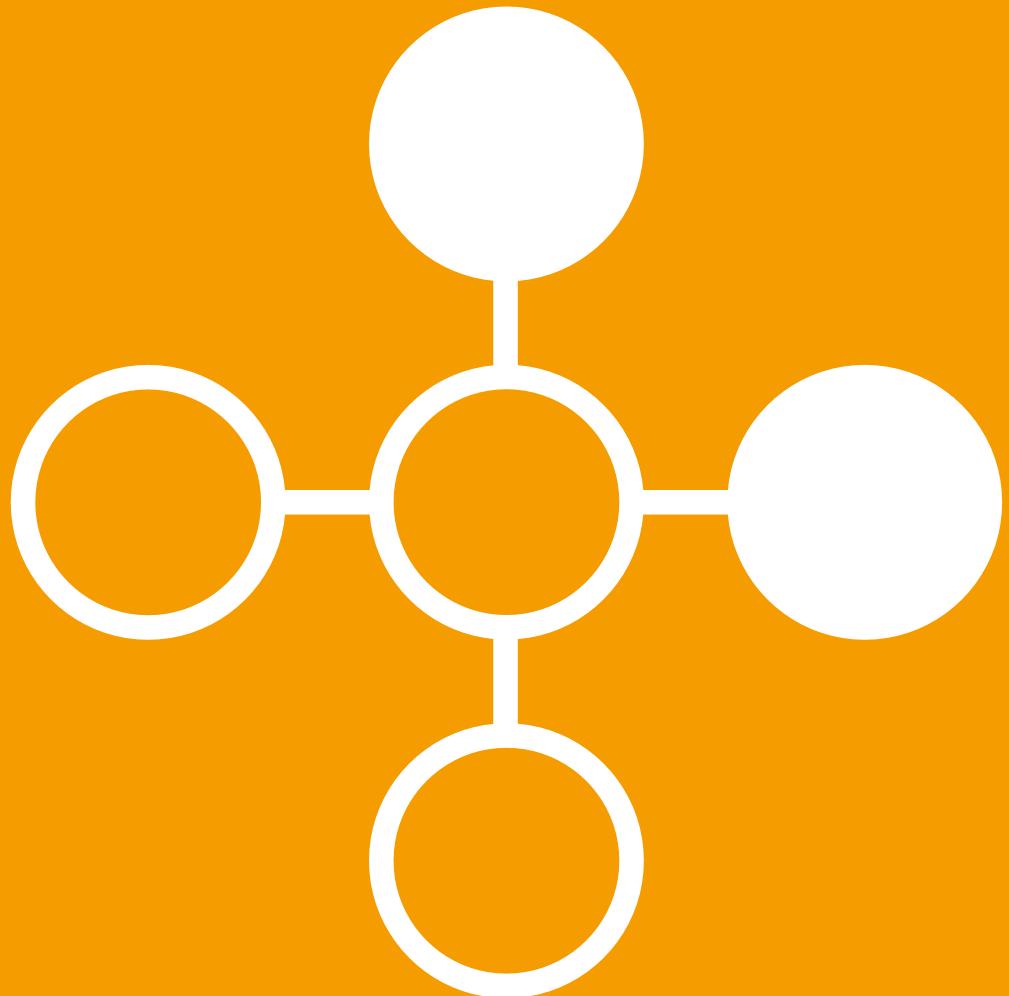
유종	WTT % 증가	TTW % 증가	WTW % 증가
경유	39%	-1%	6%
휘발유	67%	-2%	9%
LPG	194%	-2%	19%
Jet A	23%	-1%	4%
HFO	169%	0%	13%
LNG	49%	-2%	9%
CNG	39%	-2%	7%

위 내용을 바탕으로,

- 항공 배출량이 주를 이루는 기업은 모든 연료의 WTW 배출량이 5% 증가할 것으로 예상할 수 있습니다.
- 도로 운송 배출량이 주를 이루는 기업은 모든 연료의 WTW 배출량이 6~7% 증가할 것으로 예상할 수 있습니다.
- 해상 운송 배출량이 주를 이루는 기업은 모든 연료의 WTW 배출량이 10% 증가할 것으로 예상할 수 있습니다.

3

Module 2 기본 연비 및 온실가스 배출 강도값



3

Module 2
기본 연비 및
온실가스 배출 강도값



GLEC 프레임워크 본문에서 설명한 바와 같이, 계약한 운송 서비스의 세부 사항이나 1차 데이터에 대한 접근이나 활용이 제한되는 경우에는 “풀백(fall back)” 옵션으로 사용할 기본값이 필요합니다. 일부 운송 수단의 경우, 참조 데이터와 배출 강도 기본값이 풍부해 오히려 비교 가능성 문제를 야기할 수 있는 반면, 어떤 운송 수단의 경우 참조 데이터와 기본 데이터가 매우 부족해 대표성 있는 결과물을 생성하는 데 어려움이 있을 수 있습니다. 이 모듈은 일관되고 비교 가능한 보고를 할 수 있도록 거의 모든 수단에 대한 기본 연비와 온실가스 배출 강도 값을 제시하고 있습니다.

여기서 제공된 정보는 화주나 물류서비스 제공업체(LSP)가 입출고 공급망의 일환으로 화물 운송 과정에서 발생하는 Scope 3 온실가스 배출량을 추정하고 줄이려는 경우에 보다 정확한 접근 방법을 사용하기 전에 참고할 수 있도록 하기 위한 것입니다.

결과값은 단계별로 상세하게 제시됩니다. 여기서 사용된 단계는 잠재적 이용자들이 이해할 수 있는 수준에 맞춰 설계되었습니다. 각 모드별로 최대 3단계의 상세 정보를 보여줍니다.

1. 단일의 보수적인 값. 이용자의 운송 수단에 대한 지식이 매우 제한적이거나 있더라도 추가 정보가 필요한 경우.
2. 기본적인 수준의 분해값. 서비스 유형은 알고 있지만, 사용할 값을 정제하는데 필요한 차량이나 운영 특성에 대한 세부 정보를 알지 못하는 경우.
3. 보다 세부적인 값의 집합. 차량 유형, 차량 크기와 연료에 대한 일부 정보가 있어 사용할 수 있는 경우.



기술적으로는 적재율, 화물 유형, 연료 혼합, 지역적 차이 등 다양한 변수를 고려하여 매우 상세한 기본값을 제시하는 것이 가능할 수 있습니다. 그러나 이러한 목록을 작성하면 오히려 오해를 불러올 소지가 있습니다. 기본값은 단지 배출량의 지표를 나타낼 뿐이므로, 보다 정밀한 값이 필요한 곳에 사용하는 것은 부적절하기 때문입니다. 기본값을 사용해 생성한 결과는 특정 기업의 비효율성과 배출량에 대해 잘못된 인상을 줄 수 있으며, 더 나아가 자세한 모델링이나, 의사 결정 지원과 배출량 감축에 필요한 양질의 1차 데이터를 사용하는 단계로 발전하는 것을 저해할 수 있습니다.

다시 말해, 우리는 머지않아 여기서 제시한 기본값이 더 이상 필요하지 않기를 바랍니다. 점점 더 많은 기업이 고품질 배출량 모델링이나 검증된 1차 데이터 소스를 활용해 정확한 보고와 배출량 감축 결정에 필요한 충분한 정보를 확보하게 될 것이기 때문입니다. GLEC 기본 계수는 다음과 같은 특정한 제약 사항이 있다는 점을 염두에 두고 작성되었습니다.

- 여기서 제시된 기본값은 우리의 지식 범위 내에서의 보수적인 값입니다. 대부분의 경우, 1차 데이터를 사용해 계산한 값보다 높게 나타날 가능성 있습니다. 그 이유는 기업이 더 정확한 입력 데이터를 사용했음에도 오히려 보고된 배출량이 증가하는 불이익을 받지 않도록 하기 위해서입니다.

- 배출량 계산에 사용한 방법이나 이용가능한 데이터는 지역에 따라 다소 차이가 있습니다.
- 수년간 발표된 여러 기본값 세트 중에는 법적 효력을 지닌 것도 있습니다. 예를 들어, 프랑스의 Base Carbone 데이터와 일본의 "Guideline for Shipper Energy Conservation Action"에 있는 에너지 강도값은 자국의 배출량 보고 법령에 포함되어 있기 때문에 해당 국가에 기반을 둔 기업들이 운송 배출량을 추정할 때 사용해야 합니다.
- 값은 일반적으로 Scope 3 배출량에 대한 추정치일 뿐이라는 것을 강조하기 위해 제한된 수의 유효숫자로 표시됩니다. 프레임워크의 본문에서 설명한 대로 Scope 1 배출량이나 정확한 Scope 3 배출량을 계산하려면 검증된 1차 데이터 및/또는 인증된 계산 도구를 사용하는 등 보다 정교한 방법으로 추진해야 합니다.
- 데이터 소스, 운영에 필요한 가정과 선택 사항은 업계 주도 이니셔티브에 적절하다고 여겨지는 수준으로 맞췄습니다. GLEC 기본 계수는 동료 검토(peer-reviewed)를 거친 과학적 출판물이 아니라 기업이 종합적이고 고품질의 온실가스 배출 보고에 필요한 첫걸음을 내디딜 수 있도록 신뢰성 있는 추정치를 제공하기 위해 최선의 노력을 기울인 것입니다. 그럼에도 향후 새로운 데이터셋이 추가되거나 의견 일치나 표준이 채택됨에 따라, 그리고 시간이 지나면서 이해가 더 높아지면 이 모듈은 지속적으로 업데이트될 것입니다.

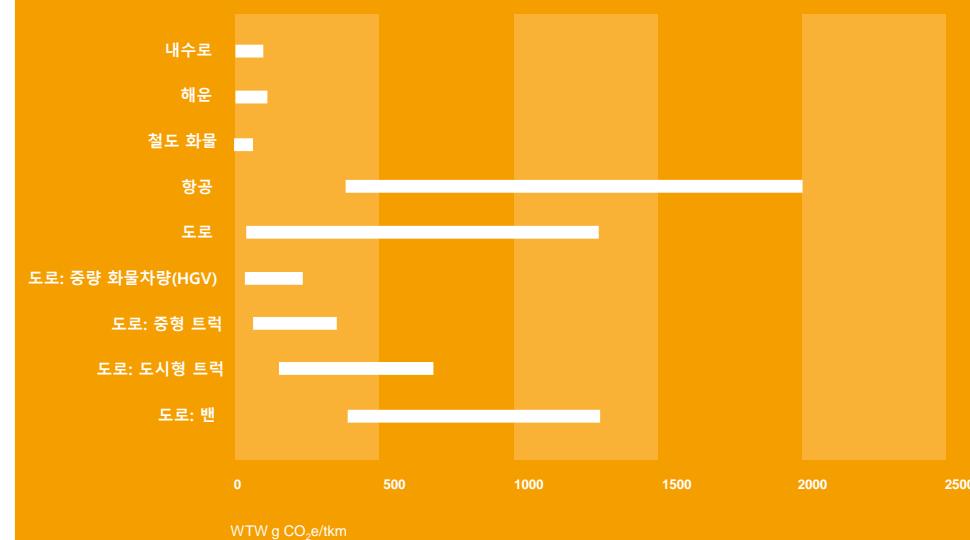
- 별도로 명시되지 않는 한, 값은 전 세계를 대상으로 적용할 수 있습니다.

이 방법을 통해 일반적인 수준에서 운송 수단 간 및 운송 수단 내에서의 대표적인 값을 비교할 수 있습니다. 아래 그래프는 각 운송 수단과 관련된 배출 강도를 가능한 범위에서 심도 있게 비교한 것입니다.

아래의 값은 각 운송 수단에 대한 보다 광범위한 데이터베이스에서 추출한 것이며, 단지 참고용으로만 활용해야 합니다.

각 운송 수단은 개별 운송의 구체적인 운영 방식과 기술적 특성에 따라 그 범위가 매우 넓지만, 일반적인 경향도 분명히 나타납니다. 도로 운송의 경우, 하위 그룹 내에서도 여전히 변동폭이 크다는 것을 보여주는 4가지의 구체적인 사례가 추가되었습니다. 이는 정확한 결과를 얻으려면 운송의 구체적인 특성을 가능한 한 명확히 정의해야 한다는 점을 다시 한번 강조하는 것입니다.

그림 1
2019 GLEC 기본 계수를 기준으로 한 다양한 화물 운송 유형에 대한 WTW(Well-To-Wheel) 배출 강도 값의 사례



항공운송



항공 운송 배출량에 영향을 미치는 요소는 매우 많으며, 특히 항공기 유형과 세부 경로가 즉시 파악되지 않을 수 있습니다.
아래의 항공 화물 운송용 기본 배출 강도값은 항공사가 1차 데이터를 제공하지 않거나 구체적인 항공기 유형이나 적재율과 같은 세부 정보가 부족해 배출량을 상세하게 모델링할 수 없는 경우, 물류 서비스 제공업체(LSP)와 화주가 Scope 3 배출량을 보고할 때 참고할 수 있는 지표입니다.

2019년에 GLEC 프레임워크 v2가 발간된 이후, 국제항공운송협회(IATA)는 여객과 벨리 화물 간의 배출량 분배에 대한 방법론 지침을 업데이트하여 현재 IATA RP 1678, ISO 14083 및 EU 배출권 거래시스템(EU ETS) 간에 일관성이 유지되고 있습니다. 이 방법을 더 업데이트해야 할지에 대한 논의가 여전히 있지만 GLEC 배출 강도에 반영된 방법입니다. 배출량은 프레임워크 모듈 1에 명시된 제트 연료의 배출 계수를 사용하여 WTW 기준으로 CO₂e로 산출됩니다.

다음의 항공 화물 기본값을 작성하면서 활용 가능한 데이터 출처가 몇 군데 확인되었으며, 이를 출처에서는 매우 다양한 값을 산출하거나 인용하고 있었습니다. 여러

연료 소비량은 최신 IATA 여객 및 화물 적재율 평균값을 사용해 각 항공기 유형과 노선을 조합하여 배출 강도값으로 변환했습니다. 이러한 기본값 계산을 위해 현재 평균 함량값이 낮은 지속 가능한 항공 연료(SAF)는 제외했습니다. 그 이유는 항공사가 공개된 SAF 사용량을 반영한 1차 데이터를 기초로 해서 수치를 보고할 경우 이중으로 계산할 위험이 있기 때문입니다

이 값들은 자체 항공기들을 운영하는 GLEC 회원사들과의 비공개 커뮤니케이션을 통해 검증했습니다.

이 방법은 단순화시킨 방법입니다. 왜냐하면 개별 항공기와 적재 조건에 따라 전체 연료 소비량과 배출 강도는 거리와 함께 계속 변하기 때문입니다. 또한 단거리와 장거리에 대한 용어 정의가 통일되어 있지 않다는 점도 잘 알고 있습니다. 이러한 이유들로 인해 여기서 제시한 기본 데이터보다는 검증된 항공사 데이터나 출처를 신뢰할 수 있는 상세한 모델링을 하는 것이 더 낫습니다.

이러한 점들을 염두에 두고 제안할 수 있는 항공 부문 기본값은 다음과 같습니다.

이해 관계자들과의 논의를 바탕으로 아래의 방법을 사용했습니다.

화물 및 여객항공기의 연료 소비값은 Science-Based Targets initiative (SBTi)와 ISO 14083의 정의에 맞게 국제민간항공기구(ICAO) 탄소 배출 계산기 방법론 v11¹²에서 제시한 정보를 사용하여 단거리와 장거리 항공 노선에 대해 계산했습니다. 또한, 화물이 벨리 화물로 운송되었는지 화물기로 운송되었는지를 확인할 수 없는 기업들을 위해, 벨리 화물과 화물기 값을 각각 55%와 45%의 비율로 가중 평균하여 계산한 값도 제시하고 있습니다.

표 1
항공 운송의 배출 강도 계수

	TTW g CO ₂ e/t-km	WTW g CO ₂ e/t-km
화물기	단거리(< 1500km)	1194
	장거리(> 1500km)	498
벨리 화물	단거리(< 1500km)	978
	장거리(> 1500km)	768
그 외 알지 못하는 경우	단거리(< 1500km)	1075
	장거리(> 1500km)	646
		1509
		629
		1237
		971
		1359
		817

내수로 운송

다음의 배출 강도 값은 전 세계에 적용할 수 있는 값으로 제안된 것이지만, 데이터는 주로 유럽 주요 수로의 운항 정보를 기반으로 일반적인 선박 유형별로 가중 평균하여 합산한 것입니다.

수로는 본질적으로 항해 가능 선박의 종류와 크기, 수문 설치 여부, 수심의 여유 및 유속으로 인한 통과의 용이성에 큰 영향을 받습니다. 일반적인 정보로는 특정 상황을 반영할 수 없습니다. 따라서 양질의 1차 데이터로 계산하는 것이 중요합니다. 그렇지 않을 경우 활용 가능한 내수로나 국가별 데이터를 확보해야 합니다.

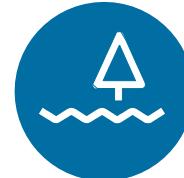


표 2에서 크기가 가장 작은 선박의 값은 프랑스의 국가운항데이터에서 생성된 값이 포함되어 있는 Base Carbone 데이터베이스에서 가져온 것이며,¹³ 일반적으로 표의 나머지 부분을 차지하고 있는 통상적인 유럽 데이터보다 에너지 및 배출 강도가 높게 나타납니다.

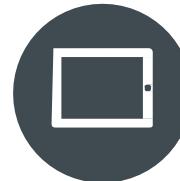
표 2
내수로 운송 배출 강도 값

선박 특성 및 크기	적재 기준 복합 하중 계수 및 공선 운항	에너지 유형	연료강도 (kg/t-km)	연료강도 (t/t-km)	배출강도(g CO ₂ e/t-km)		
					WTT	TTW	WTW
모터 선박 < 50m (< 650t)	N/A	경유	0.0184	0.0221	21.2	70.1	91.3
모터 선박 < 50~80m (650 ~ 1000t)	55%	경유	0.0081	0.0097	7.3	24.0	31.2
모터 선박 85~110m(1000~2000t)	52%	경유	0.0051	0.0062	4.6	15.2	19.8
모터 용기 135m (2000~3000t)	50%	경유	0.0052	0.0063	4.7	15.4	20.1
결합 선단 (163~185m)	61%	경유	0.0047	0.0056	4.2	13.8	18.0
추진 선단 – 푸시 보트 + 바지선 2척	70%	경유	0.0048	0.0057	4.3	14.1	18.3
추진 선단 – 푸시 보트 + 바지선 4/5	70%	경유	0.0027	0.0032	2.4	7.9	10.3
푸시 호송 – 푸시 보트 + 바지선 6척	70%	경유	0.0020	0.0024	1.8	6.0	7.8
탱커	65%	경유	0.0059	0.0070	5.2	17.3	22.6
컨테이너선 110m	75%	경유	0.0070	0.0084	6.3	20.7	27.0
컨테이너선 135m	75%	경유	0.0054	0.0065	4.9	16.1	21.0
컨테이너 선박 – 결합 선단	68%	경유	0.0054	0.0065	4.8	16.0	20.9

미국 운영에 적용 가능한 추진 선단 데이터.



물류 허브



물류 허브에 대한 기본 배출 강도 개발작업은 아직 초기 단계입니다. 물류 허브의 운영 온실가스 배출에 대한 데이터 격차를 해소하기 위해 GILA 프로젝트의 국제 파트너인 Fraunhofer IML, 밀라노 폴리테크닉, GreenRouter, 안데스대학교는 시장 조사단을 조직하여 물류 허브의 온실가스 배출 강도값에 대한 초기 데이터베이스를 업데이트했습니다.¹⁴

이러한 협력과 이전에 이루어진 작업의 결과로, 물류 허브에 대한 보다 세분화된 기본 배출 강도값들을 확대했습니다(표3 참조).

각 기관이 수집한 에너지 소비, 냉매 보충량, 처리량과 같은 연간 기초 데이터를 가공하여 익명 처리한 후 하나의 데이터베이스로 통합했으며, 이 데이터베이스로 허브 당 최종 배출 강도를 계산했습니다. 이 데이터베이스는 다음과 같이 5가지 물류 허브 유형으로 구분됩니다.

1. 환적이 주요 서비스인 물류 허브 (취급 화물의 80% 초과)
 2. 환적과 창고 보관이 모두 중요한 서비스인 물류 허브
 3. 창고 보관이 주요 서비스인 물류 허브 (취급 화물의 80% 초과)
 4. 액체 벌크 터미널
 5. 해상 컨테이너 터미널
- 추가로 현장 조건을 상온, 온도 관리 또는 이 두 조건이 혼합된 현장으로 분류했습니다.

표 3은 물류 허브로 정의된 곳의 현재 기준 평균 배출 강도값을 요약한 것입니다. 물류 허브 유형별 해당 샘플의 크기는 괄호 안에 표시되어 있습니다. 터미널 데이터는 전 세계 여러 지역에서 수집한 반면, 창고와 환적 현장 데이터는 주로 유럽 데이터입니다. 계산 관련 추가 기초 정보는 REff Tool® (<https://s.fhg.de/reff>)에서 확인할 수 있습니다.

제시된 값은 각 샘플의 중앙값이며, 샘플이 적어 변동성이 크고 일부 명백한 이상값이 나타나는 경우 평균값보다 더 대표성이 있는 것으로 간주했습니다. 물류 허브 크기는 몇 톤에서 100만 톤 이상 출하 등으로 다양하며, 보관과 환적 거점의 중앙값은 52,000톤이고, 액체 벌크 터미널의 범위는 250톤에서 1억 7천만 톤으로 중앙값은 80만 톤입니다. 운영업체의 40%는 전력원 구성을 명시했으나, 표에 제시된 평균 배출 강도를 계산할 때는 해당 연도의 국가 평균 배출 계수만 사용했습니다. 주요 난방 에너지원은

표 3
물류 허브 배출 강도 값

kg CO ₂ e / t kg CO ₂ e / 컨테이너	상온	샘플 크기	온도 조절	샘플 크기	혼합	샘플 크기
환적 kg CO ₂ e/t	0.6	(56)			2.2	(6)
보관 + 환적 kg CO ₂ e/t	2.1	(58)			4.0	(9)
창고 kg CO ₂ e/t	17.5	(49)			33.0	(3)
액체 벌크 터미널 kg CO ₂ e/t	3.1	(22)			8.1	(29)
해상 컨테이너 터미널 kg CO ₂ e / 컨테이너	10.7	(15)	12.6	(15)		

천연가스이며, 액체 벌크 터미널은 난방용으로 스팀을 사용하기도 합니다. 전동화되지 않은 물류 처리장비는 디젤, 바이오디젤, LNG 또는 LPG를 사용합니다. 조사 참여 현장에서 가장 많이 사용하는 냉매는 R-717, R-404A 및 R-410A였습니다.

이러한 값들이 도출된 샘플의 크기는 상대적으로 아직 작습니다. 더 많은 양질의 데이터를 활용할 수 있고 Fraunhofer IML과 공유하면 시간이 지나면서 이 값들은 계속 업데이트될 것입니다. 앞으로 정확성도 향상되고 기본값의 범위도 더 넓어질 것입니다. 예를 들어, 물류 허브에 대한 추가적인 정의와 크기 분류 또는 냉난방에 크게 영향을 미치는 특정 지역의 환경 기후조건에 대한 값도 포함될 수 있을 것입니다. 모든 기본값과 마찬가지로 표 3에 제시된 데이터는 1차 데이터가 없을 때 최후의 수단으로 사용하거나 1차 데이터를 기초로 후속 계산을 할 때의 출발점으로 사용해야 합니다. 물류 허브

운영업체로서 여러분의 고객이 여기서 제시한 값을 사용하는 것이 마음에 들지 않다면, 여러분은 Fraunhofer IML의 “물류 허브에서의 온실가스 배출 회계 지침”에 따라 1차 데이터 수집과 계산을 해서 보다 정확한 정보를 전달해야 할 책임이 있습니다.¹⁵

향후 계획

Fraunhofer IML은 SFC를 포함한 여러 기관과 협력해 물류 허브 배출과 관련된 보다 폭넓은 데이터베이스 구축을 위해 노력하고 있으며, 이를 통해 배출량을 감소시킬 수 있는 더 많은 지식과 지역적 차이를 포함한 다양한 기본값을 제시할 수 있을 것입니다. 이 과정은 <https://s.fhg.de/reff>를 통해 온라인으로 제공되는 REff Tool®을 이용해 참여할 수 있습니다. 이 작업에 참여하려면 reff@iml.fraunhofer.de 또는 SFC에 연락해 이러한 지식을 확대하는 데 기여할 수 있도록 물류 허브 활동 데이터를 제출하는 방법에 대해 논의할 수 있습니다.



철도 운송



지역: 유럽

EU 평균 (견인 에너지 종류를 모르는 경우*): 16 g CO₂e/t-km (WTW)

EU 평균 (디젤 견인식): 30 g CO₂e/t-km (WTW)

EU 평균 (전기 견인식): 7 g CO₂e/t-km (2020년 EU 평균 전력 생산 조성 기준**)

* UIC 철도 핸드북 2017: EU 철도 노선의 62%가 전동화되어 있습니다. 이는 반드시 상대적 흐름을 의미하는 것은 아니지만 기본값을 대체해 사용됩니다.¹⁶

** 2020년 EU 평균 전력 생산 조성의 출처는 IEA 글로벌 전력 배출 계수(2022)입니다.¹⁷

지역: 북미

북미 지역의 경우, Tier 1 철도회사들은 지정된 양식으로 Surface Transportation Board에 보고해야 합니다. 정보는 미국철도협회가 수집, 집계하여 Eastern Regional Technical Advisory Committee(ERTAC) 방법론에 따라, 연료 사용량당 수의 톤-마일 형태로 발표합니다. 이 데이터를 GLEC 프레임워크에서 사용하는 공통 단위로 변환하고 최신 GREET 연료 배출 계수를 사용하여 변환하면 다음과 같은 평균 WTW 배출 강도값이 도출됩니다.

미국 평균 (디젤):

16.2 g CO₂e/t-km. (각각 WTT = 2.8, TTW = 13.4 g CO₂e/t-km)

북미 지역 철도 회사들은 ERTAC 방식에 맞게 계산하는 자체 계산기를 보유하고 있으며, 온라인을 통해 확인할 수 있습니다.

유럽 디젤 견인식

EcoTransIT 2022 Methodology Update는 다양한 화물 유형에 대한 기본적인 열차, 화차 및 운행 특성에 대한 정보를 담고 있어 보다 상세한 기본 계수를 제시합니다.

적재율, 공차 운행 및 기차 특성은 EcoTransIT World Methodology and Data Update, 2022에서 가져온 것입니다.¹⁸

트럭 + 트레일러와 트레일러만 열차에 실을 경우, 회송 시 공차 운행을 고려한 평균 값을 제시합니다. 이는 평균 트럭 적재량과 공차 운행 특성을 포함하며 34-40톤의 굴절 트럭/트럭 트레일러 조합을 기준으로 합니다. 여기서의 톤-킬로미터는 트럭의 순 적재량을 의미합니다.

표 4
유럽 철도의 디젤 견인식 배출 강도값

부하 특성	근거		연료 강도		배출 강도 (g CO ₂ e/t-km)		
	적재율	공차 운행	(kg/t-km)	(l/t-km)	WTT	TTW	WTW
평균/혼합	60%	33%	0.0072	0.0087	7.0	23.2	30.2
컨테이너	50%	17%	0.0066	0.0079	6.4	21.2	27.6
차량	85%	33%	0.0155	0.0186	15.1	50.0	65.1
화학제품	100%	50%	0.0062	0.0075	6.0	20.0	26.0
석탄과 철강	100%	50%	0.0048	0.0058	4.7	15.5	20.2
건축자재	100%	50%	0.0060	0.0072	5.9	19.4	25.3
제조품	75%	38%	0.0063	0.0076	6.2	20.4	26.6
곡물	100%	38%	0.0048	0.0057	4.6	15.3	19.9
트럭 + 트레일러를 열차에 적재한 경우	85%	33%	0.015	0.018	14.6	48.3	62.9
트레일러만 열차에 적재한 경우	85%	33%	0.009	0.011	9.2	30.3	39.5



유럽 전기 견인식

EcoTransIT 2022 Methodology Update는 다양한 화물 유형에 대한 기본적인 열차, 화차 및 운행 특성에 대한 추가 정보를 담고 있어 보다 상세한 기본 계수를 제시합니다.

적재율, 공차 운행 및 기차 특성은 EcoTransIT World Methodology and Data Update, 2022에서 가져온 것입니다.¹⁸

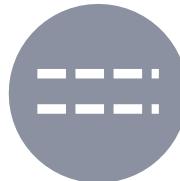
트럭 + 트레일러와 트레일러만 열차에 실을 경우, 회송 시 공차 운행을 고려한 평균 값을 제시합니다. 이는 평균 트럭 적재량과 공차 운행 특성을 포함하며 34–40톤의 굽절 트럭/트럭 트레일러 조합을 기초로 합니다. 여기서의 톤·킬로미터는 트럭의 순 적재량을 의미합니다.

2020년 EU 평균 전력 발전 구성의 출처는 IEA 글로벌 전력 배출 계수(2022)입니다.¹⁷

표 5
유럽 철도의 전기 견인식 배출 강도 값

부하 특성	근거		2020년 EU 평균 전력 발전 구성을 기준으로 한 배출 강도 (g CO ₂ e/t-km)		
	적재율	공차 운행	배전 손실	운영 배출량	총 배출량
평균/혼합	60%	33%	0.4	6.6	7.0
컨테이너	50%	17%	0.4	6.0	6.4
차량	85%	33%	0.9	14.3	15.2
화학제품	100%	50%	0.4	5.7	6.1
석탄과 철강	100%	50%	0.3	4.4	4.7
건축자재	100%	50%	0.4	5.5	5.9
제조품	75%	38%	0.4	5.8	6.2
곡물	100%	38%	0.3	4.3	4.6
트럭 + 트레일러를 열차에 적재한 경우	85%	33%	0.9	13.7	14.6
트레일러만 열차에 적재한 경우	85%	33%	0.6	8.6	9.2

도로 운송



이 섹션에서는 도로 운송에 대한 현행 GLEC 기본값에 대해 설명합니다. 주요 데이터셋은 북미와 유럽을 대상으로 하며, 1차 입력값의 정리 방식이 달라서 데이터셋을 별도로 제시합니다.

사용된 1차 입력값은 다음과 같습니다.

1. SmartWay 트럭 데이터(2022년, 북미)¹⁹
2. 배출 계수 핸드북(HBEFA) 데이터베이스 값²⁰
각 트럭 유형과 크기에 대해 2023년 현재 일반적인 운영 파라미터에 가깝도록 SFC에서 내부적으로 처리한 값
3. 기업 보고용 영국 정부의 온실가스 변환 계수²¹
4. Base Carbone, 프랑스 교통법 L. 1431-3¹³조의 적용에 사용된 데이터(2018년 9월)
5. Network for Transport Measures(NTM)²²

표 6
북미 도로 배출 강도값

SmartWay 범주*	연료 강도 (kg/t-km)	연료 강도 (ℓ/t-km)	배출 강도(g CO ₂ e/t-km)		
			WTT	TTW	WTW
밴 (<3.5t)	0.22	0.26	150	720	870
일반 차량	0.025	0.030	17	83	100
오토 캐리어	0.028	0.033	19	92	111
화물자동차(dray)	0.024	0.028	16	78	94
긴급 차량	0.174	0.205	118	568	686
평상형 차량	0.021	0.025	15	70	85
중량 벌크 화물	0.019	0.023	13	63	76
LTL/일반화물용 밴	0.075	0.088	51	244	295
혼합	0.025	0.030	17	83	100
이사용	0.111	0.131	76	364	440
소포	0.200	0.236	136	653	789
냉장용	0.024	0.028	16	78	94
특수차량	0.033	0.039	22	108	129
탱커	0.020	0.024	14	66	80
TL/일반화물용 밴	0.024	0.028	16	78	94

* SmartWay 카테고리 지정은 운송업체가 SmartWay 데이터베이스에 데이터를 입력할 때 선택한 운영 방식과 차체 유형을 기준으로 합니다.

데이터는 미국 EPA SmartWay의 데이터이며, 밴 관련 데이터의 출처는 NTM입니다. 차량 운영 유형은 다음과 같이 분류됩니다:

1. 사업 유형: 용달 및 자가용 차량. 용달 차량에 비해 자가용 차량이 상대적으로 적으며, 일반적으로 자가용 차량은 활용률이 높으므로 용달 차량과 합치더라도 전체 값에 영향이 없어 따라서 단순화를 위해 서로 구분하지 않습니다.

2. 운영 유형: 독차 운송(FTL), 혼적 운송(LTL), 화물자동차, 긴급 차량 또는 소포

3. 장비 유형 : 운송 화물의 종류와 관련됨. 일반화물용 트럭(또는 밴), 평상형 차량, 새시(컨테이너), 중량물/벌크 화물, 오토 캐리어, 이사 및

특수화물 차량(예: 호퍼, 가축 운송). 차량이 특정 서비스 또는 장비 범주 외의 운영 주행거리가 일정 비율을 넘어서설 경우 "혼합"으로 분류될 수 있습니다.

4. 운송업체가 SmartWay 도구에 입력한 1차 데이터를 기반으로 한 공차 운행 및 적재율에 대한 당해 연도 평균값은 암묵적으로는 계산에 포함되지만 공개적으로 이용할 수는 없습니다.

일반화물용 트럭과 새시(또는 인터모달 컨테이너) 범주는 운영 특성이 유사하므로 SmartWay에서 통합됩니다.

대부분의 온도 조절 차량은 FTL로 운행되며 LTL이나 상대적으로 적기 때문에 이 카테고리도 통합합니다.



지역: 유럽과 남미

기본 차량 유형 외에 별다른 정보가 없는 사용자의 경우 온도 조절장치가 없는 차량은 아래 정보로 시작할 수 있습니다.

- 밴(<차량 총중량(GVW) 3.5t): 800 g CO₂e/t-km (WTW)
- 도시형 트럭(GVW 3.5-7.5t) : 315 g CO₂e/t-km (WTW)
- MGV(GVW 7.5-20t) : 195 g CO₂e/t-km (WTW)
- HGV(GVW >20t): 115 g CO₂e/t-km (WTW)

이 값들은 특정한 가정을 기반으로 하고 있으며, 아래의 전체 데이터셋에서 사용가능성이 훨씬 더 큰 데이터셋에서 선택된 것입니다. 서론에서 설명한 바와 같이, 이러한 선택은 대부분의 적용 사례에서 "정확"하다고 할 수는 없지만 세부 정보가 거의 없는 경우 일종의 시작점으로는 활용할 수 있습니다. 차량과 연료 유형에 대한 정보가 더 많은 경우, 다음의 세분화된 값을 사용할 수 있습니다. 이 목록에 선택된 운영 특성(중량 화물과 부피 화물, 적재 및 공차 운행에 대한 특정 수준)에 따라 조정된 훨씬 광범위한 값도 사용할 수 있으며, 필요 시 SFC에 문의하면 됩니다.

표 7
유럽과 남미의 도로 배출 강도값

도로	운송 방식	차량 특성과 크기	복합 적재율과 공차 운행	연료	연료 강도 (kg/t-km)	연료 강도 (l/t-km)	배출 강도(g CO ₂ e/t-km)		
							WTW	TTW	WTW
도로	밴 3.5t 미만	36%	경유	0.194	0.234	187	616	803	
		24%	휘발유	0.228	0.307	232	727	959	
		36%	CNG	0.222	-	247	618	864	
		36%	LPG	0.223	0.405	236	679	915	

표 8
유럽과 남미의 도로 배출 강도값

차량 특성과 크기	적재 특성	기준		연료	연료 강도 (kg/t-km)	연료 강도 (l/t-km)	배출 강도(g CO ₂ e/t-km)		
		적재율	공차 운행				WTT	TTW	WTW
카고 트럭 총 중량 3.5~7.5t	평균/혼합	60%	17%	경유	0.076	0.092	73	242	315
				CNG	0.080	-	88	222	310
카고 트럭 총 중량 7.5~12t	평균/혼합	60%	17%	경유	0.051	0.061	49	161	210
				CNG	0.053	-	59	148	207
카고 트럭 총 중량 12~20t	평균/혼합	60%	17%	경유	0.043	0.052	42	138	179
				CNG	0.045	-	51	126	177
카고 트럭 총 중량 20~26t	평균/혼합	60%	17%	경유	0.032	0.038	30	100	130
				CNG	0.034	-	38	95	133
				LNG	0.035	-	43	101	144
카고 트럭 총 중량 26~32t	평균/혼합	60%	17%	경유	0.028	0.034	27	90	117
				컨테이너	0.028	0.034	27	89	116
트랙터-트레일러 트럭 최대 총 중량 34t	평균/혼합	60%	17%	경유	0.028	0.034	27	89	116
				컨테이너	0.028	0.034	27	89	116
트랙터-트레일러 트럭 최대 총 중량 40t	평균/혼합	60%	17%	경유	0.023	0.028	22	73	95
				컨테이너	0.023	0.028	22	73	95
트랙터-트레일러 트럭 최대 총 중량 40t DI 엔진	평균/혼합	60%	17%	LNG	0.024	-	28	68	96
				CNG	0.023	-	23	65	88
				Bio-LNG	0.023	-	33	3	36
트랙터-트레일러 트럭 최대 총 중량 40t HPDI	평균/혼합	60%	17%	컨테이너	LNG	0.024	-	28	68
				CNG	0.023	-	23	65	88
				Bio-LNG	0.023	-	33	3	36
트랙터-트레일러 트럭 최대 총 중량 40t HPDI	평균/혼합	60%	17%	LNG/경유	0.019*	0.0002#	25	61	86
				CNG/경유	0.019*	0.0002#	21	59	80
				Bio-LNG/경유	0.019*	0.0002#	29	8	37
컨테이너	72%	30%		LNG/경유	0.019*	0.0002#	25	61	86
				CNG/경유	0.019*	0.0002#	21	59	80
				Bio-LNG/경유	0.019*	0.0002#	29	8	37

다음 페이지에 계속



표 9

유럽과 남미의 도로 배출 강도값(계속)

차량 특성과 크기	적재 특성	기준		연료	연료 강도 (kg/t-km)	연료 강도 (/t-km)	배출 강도(g CO ₂ e/t-km)			# 경유 소비량
		적재율	공차 운행				WTT	TTW	WTW	
트랙터-트레일러 총 중량 40t, 경량 트레일러 포함	중량물	100%	38%	경유	0.018	0.022	17	58	75	
	경량물	30%	9%	경유	0.032	0.039	31	103	134	
트랙터-트레일러 트럭 최대 총 중량 44t	평균/혼합	60%	17%		0.020	0.024	20	64	84	
	중량물	100%	38%		0.017	0.021	17	55	72	
	컨테이너	72%	30%		0.020	0.025	19	65	84	
트랙터-트레일러 트럭 최대 총 중량 60t	평균/혼합	60%	17%	경유	0.016	0.019	15	51	66	
	중량물	100%	38%		0.014	0.016	13	43	56	
	컨테이너	72%	30%		0.016	0.019	15	51	66	
트랙터-트레일러 트럭 최대 총 중량 72t	중량물	100%	38%	경유	0.011	0.014	11	35	46	
	컨테이너	72%	30%		0.013	0.016	13	41	54	

표 10
유럽과 남미의 도로 배출 강도값

차량특성과 크기	복합 하증 계수 및 공차 운행	연료	에너지 강도 계수 (kWh/tkm)
밴 3.5t 미만	31%	전기	1.1

표 11
유럽과 남미의 도로 배출 강도값

차량 특성과 크기	적재 특성	기준		연료	에너지 강도 계수 (kWh/tkm)
		적재율	공차주행		
카고 트럭 총 중량 3.5~7.5t	경량물	30%	9%	전기	0.90
	평균/혼합	60%	17%		0.51
카고 트럭 총 중량 7.5~12t	경량물	30%	9%	전기	0.68
	평균/혼합	60%	17%		0.39
카고 트럭 총 중량 12~20t	경량물	30%	9%	전기	0.45
	평균/혼합	60%	17%		0.25
카고 트럭 총 중량 26~40t	경량물	30%	9%	전기	0.32
	평균/혼합	60%	17%		0.17

온실가스 감축 기준에 맞는 Bio-LNG는 RED II¹⁸에 따라 적격성을 갖춘 것으로 인정됩니다. 공급 원료, 생산 경로 및 원료 혼합에 따라 더 낮은 값으로 나타날 수 있으며, 신뢰할 수 있는 인증을 받은 경우에 사용할 수 있습니다.

유럽 데이터의 주요 출처는 HBEFA¹⁹입니다. 이 데이터는 현재 차량 평균 연령을 반영하고 있으며 각 차량의 일반적인 운행 특성에 맞게 수정되었습니다. 이는 하나의 HBEFA 시나리오를 직접적으로 표현하는 것이 아니라는 뜻입니다. 특히 최신 차량 사양을 기준으로 하지 않았는데, 이는 전체 차량 중에서 구형 차량의 운행 비중이 상당히 높다는 사실을 정확히 반영하기 위해서입니다. 배출량은 모듈 1에서 제시된 최신 유럽 배출 계수를 기초로 하고 있습니다.



지역: 아시아와 아프리카*

밴(최대 총 중량 3.5톤)의 경우 유럽과 남미 지역 값에 13%를 추가합니다.

더 무거운 차량(총 중량 3.5톤 초과)의 경우 유럽과 남미 지역 값에 22%를 추가합니다.

온도 조절 도로 화물**

밴(최대 총 중량 3.5톤)의 경우에는 유럽, 남미, 아시아, 아프리카의 지역 값에 15%를 추가합니다.

더 무거운 차량(총 중량 3.5톤 초과)의 경우 유럽, 남미, 아시아, 아프리카의 지역 값에 12%를 추가합니다.

* NTM의 추정 분석에 기반한 값으로
<https://www.theicct.org/publications/literatur-e-review-real-world-fuel-consumption-heavy-duty-vehicles-united-states-china>의 데이터를 기초로 합니다.

** TK'Blue와의 비공개 통신을 통해 얻은 정보는 USEPA 2019 SmartWay Truck Carrier Partner Tool 기술 문서를 사용해 검증했습니다.



해상운송 배출강도



데이터는 '제4차 IMO 온실가스 연구'에서 제시된 정보를 기반으로 하고 있습니다.²³ 출발점은 각 선박 크기 범주의 중위 연료 소비량에 10%를 추가한 값으로, 하위 및 상위 사분위수 값 사이의 범위를 나타내며 과소평가의 위험을 피하기 위한 것입니다. 배출량은 모듈 1에 제시된 최신 북미 배출 계수를 기준으로 합니다.

탱커, 일반 화물선 및 벌크선의 값은 제4차 IMO 온실가스 연구에서 도출한 것입니다.

Ro-Ro선: 이 경우 톤-킬로미터는 트럭과 화물의 총 적재량을 의미하며, 선박이 운송하는 화물에 대한 값입니다. 이 배출량은 화물 소유자가 트럭 내 화물로 재할당해야 합니다.

표 12
해상 운송 배출 강도 값 - 비컨테이너 선박

선박 특성 및 크기	단위	연료	배출 강도 ($\text{g CO}_2\text{e/t-km}$)		
			WTT	TTW	WTW
벌크선 0-9999 dwt	dwt	HFO	4.3	27.0	31.3
		VLSFO	4.7	27.0	31.7
		MDO	4.5	26.0	30.5
	dwt	HFO	1.2	7.4	8.6
		VLSFO	1.3	7.4	8.7
		MDO	1.2	7.1	8.4
	dwt	HFO	0.9	5.4	6.3
		VLSFO	0.9	5.4	6.4
		MDO	0.9	5.2	6.1
60000-99999 dwt	dwt	HFO	0.7	4.5	5.2
		VLSFO	0.8	4.5	5.2
		MDO	0.7	4.3	5.0
	dwt	HFO	0.5	3.0	3.5
		VLSFO	0.5	3.0	3.6
		MDO	0.5	2.9	3.4
	dwt	HFO	0.4	2.7	3.1
		VLSFO	0.5	2.7	3.2
		MDO	0.5	2.6	3.1

dwt = dead weight
tonnage(재화증량톤수)

다음 페이지에서 계속



표 13
해상 운송 배출 강도값 – 비컨테이너 선박(계속)

선박 특성 및 크기		단위	연료	배출강도 (g CO ₂ e/t-km)				
				WTT	TTW	WTW		
화학제품운반선	0-4999	dwt	HFO	8.2	52.2	60.4		
				VLSFO	9.1	52.2		
				MDO	8.7	50.2		
	5000-9999			HFO	3.7	23.1		
				VLSFO	4.0	23.1		
				MDO	3.9	22.3		
	10000-19999			HFO	2.5	15.7		
				VLSFO	2.7	15.7		
				MDO	2.6	15.2		
	20000-39999			HFO	1.5	9.6		
				VLSFO	1.7	9.6		
				MDO	1.6	9.3		
	40000-+			HFO	1.2	7.4		
				VLSFO	1.3	7.4		
				MDO	1.2	7.1		
일반 화물	0-4999	dwt	HFO	3.6	22.9	26.5		
				VLSFO	4.0	22.9		
				MDO	3.8	22.0		
	5000-9999			HFO	2.9	18.4		
				VLSFO	3.2	18.4		
				MDO	3.1	17.7		
	10000-19999			HFO	2.6	16.4		
				VLSFO	2.8	16.4		
				MDO	2.7	15.8		

dwt = dead weight tonnage(재화증량톤수)

cbm = cubic metres(입방미터)

선박 특성 및 크기		단위	연료	배출강도 (g CO ₂ e/t-km)				
				WTT	TTW	WTW		
일반 화물 (계속)	20000-+	dwt	HFO	1.3	8.5	9.9		
				VLSFO	1.5	8.5		
				MDO	1.4	8.2		
	액화가스 운반선			6.5	41.0	47.5		
				VLSFO	7.1	41.0		
				MDO	6.8	39.5		
	50000-99999			HFO	1.9	11.9		
				VLSFO	2.1	11.9		
				MDO	2.0	11.4		
	100000-199999			HFO	1.5	9.4		
				VLSFO	1.6	9.4		
				MDO	1.6	9.0		
	200000-+			HFO	1.6	9.9		
				VLSFO	1.7	9.9		
				MDO	1.7	9.5		
유조선	0-4999	dwt	HFO	11.8	74.5	86.3		
				VLSFO	12.9	74.5		
				MDO	12.4	71.7		
	5000-9999			HFO	6.5	40.9		
				VLSFO	7.1	40.9		
				MDO	6.8	39.4		
	10000-19999			HFO	5.1	32.0		
				VLSFO	5.6	32.0		
				MDO	5.3	30.8		

GT = gross tonnes(총 톤수)

다음 페이지에서 계속



표 14
해상 운송 배출 강도값 – 비컨테이너 선박(계속)

선박 특성 및 크기		단위	연료	배출강도 (g CO ₂ e/t-km)		
				WTT	TTW	WTW
유조선 (계속)	20000-59999	dwt	HFO	2.5	15.6	18.1
			VLSFO	2.7	15.6	18.4
			MDO	2.6	15.1	17.7
	60000-79999	dwt	HFO	1.4	8.9	10.4
			VLSFO	1.6	8.9	10.5
			MDO	1.5	8.6	10.1
	80000-119999	dwt	HFO	1.1	7.0	8.1
			VLSFO	1.2	7.0	8.3
			MDO	1.2	6.8	7.9
	120000-199999	dwt	HFO	0.8	5.2	6.0
			VLSFO	0.9	5.2	6.1
			MDO	0.9	5.0	5.8
	200000-+	dwt	HFO	0.5	3.2	3.7
			VLSFO	0.6	3.2	3.7
			MDO	0.5	3.1	3.6
기타 액체 운반선	0-999	dwt	HFO	167.3	1059.6	1226.9
			VLSFO	183.7	1059.6	1243.3
			MDO	176.7	1019.5	1196.2
	1000-+	dwt	HFO	4.5	28.4	32.9
			VLSFO	4.9	28.4	33.3
			MDO	4.7	27.3	32.1
	페리-RoPax	GT	HFO	73.0	462.3	535.2
			VLSFO	80.1	462.3	542.4
			MDO	77.1	444.7	521.8

dwt = dead weight tonnage(재화중량톤수)

GT = gross tonnes(총 톤수)

선박 특성 및 크기		단위	연료	배출 강도 (g CO ₂ e/t-km)		
				WTT	TTW	WTW
페리-RoPax (계속)	2000-4999	GT	HFO	35.3	223.3	258.6
			VLSFO	38.7	223.3	262.1
			MDO	37.3	214.9	252.1
	5000-9999	GT	HFO	27.3	173.0	200.3
			VLSFO	30.0	173.0	202.9
			MDO	28.9	166.4	195.3
	10000-19999	GT	HFO	17.5	110.6	128.0
			VLSFO	19.2	110.6	129.7
			MDO	18.4	106.4	124.8
	20000-+	GT	HFO	13.2	83.5	96.7
			VLSFO	14.5	83.5	98.0
			MDO	13.9	80.3	94.3
냉동/냉장 별크	0-1999	dwt	HFO	21.7	137.2	158.8
			VLSFO	23.8	137.2	161.0
			MDO	22.9	132.0	154.9
	2000-5999	dwt	HFO	10.5	66.5	77.0
			VLSFO	11.5	66.5	78.0
			MDO	11.1	64.0	75.0
	6000-9999	dwt	HFO	7.9	49.8	57.6
			VLSFO	8.6	49.8	58.4
			MDO	8.3	47.9	56.2
	10000-+	dwt	HFO	5.8	36.7	42.4
			VLSFO	6.4	36.7	43.0
			MDO	6.1	35.3	41.4

다음 페이지에서 계속



표 15
해상 운송 배출 강도값 – 비컨테이너 선박(계속)

선박 특성 및 크기		단위	연료	배출강도 (g CO ₂ e/t-km)			
				WTT	TTW	WTW	
Ro/Ro선	0-4999	dwt	HFO	27.7	175.7	203.5	
			VLSFO	30.5	175.7	206.2	
			MDO	29.3	169.1	198.4	
	5000-9999		HFO	6.1	38.4	44.5	
			VLSFO	6.7	38.4	45.1	
			MDO	6.4	37.0	43.4	
	10000-14999		HFO	5.0	32.0	37.0	
			VLSFO	5.5	32.0	37.5	
			MDO	5.3	30.8	36.1	
	15000+		HFO	2.7	16.8	19.5	
			VLSFO	2.9	16.8	19.8	
			MDO	2.8	16.2	19.0	
차량	0-29999	GT	HFO	13.5	85.4	98.9	
			VLSFO	14.8	85.4	100.2	
			MDO	14.3	82.2	96.4	
	30000-49999		HFO	6.4	40.8	47.2	
			VLSFO	7.1	40.8	47.8	
			MDO	6.8	39.2	46.0	
	50000+		HFO	5.2	33.2	38.4	
			VLSFO	5.7	33.2	38.9	
			MDO	5.5	31.9	37.4	

dwt = dead weight tonnage(재화총량톤수)

GT = gross tonnes(총 톤수)

컨테이너 운송

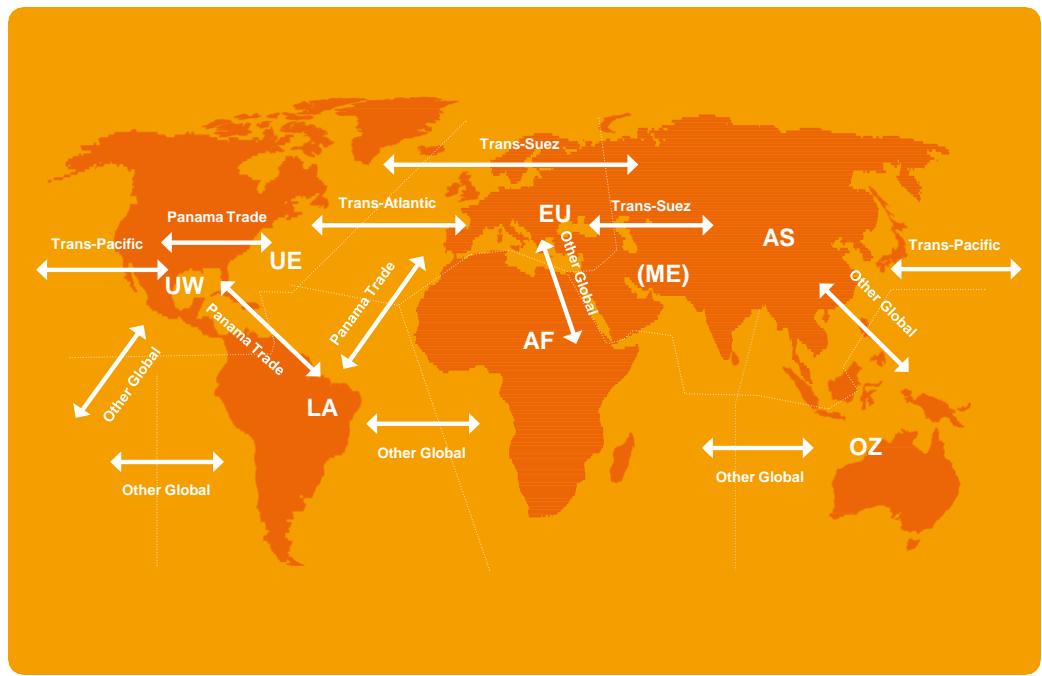
기본 해상 컨테이너 최종 사용자 계수는 최신 Clean Cargo 무역 항로 온실가스 배출 계수(2022년 보고 연도)에서 도출했습니다. 사용자가 알고 있는 출발지와 목적지 정보 수준에 따라 세 가지 수준의 세부 정보가 제시됩니다.

- 전체 Clean Cargo Working Group (CCWG) 산업 평균
- 각 그룹에 포함된 상세 무역 항로의 흐름에 대한 가중 평균을 기초로 한 주요 무역 항로 그룹의 집계 데이터 5세트(아래 그림 참조)
- CCWG 무역 노선의 전체 세트

모든 컨테이너 운송 최종 사용자 값은 CCWG 방법론에 제시된 단계에 따라 계산됩니다.²⁴ 이 값은 WTW CO₂e 기준으로 산업 평균 적재율의 70%를 기초로 하며 최종 사용자 계수는 실제 거리와 최단 가능 거리의 차이를 보정하기 위해 +15%의 거리 변환값이 포함되었습니다.

이 값은 모듈 1에 제시된 최신 북미 배출 계수를 반영해 조정되었습니다. 따라서 Clean Cargo 2022 연례 보고서에 표시된 값보다 약간 높습니다.

그림 1
해상 운송을 위한 공통 무역로¹⁸



출처: EcoTransIT

표 16
해상 운송 배출 강도값 – 컨테이너선

무역 항로	최종 사용자 배출 강도				
	총합적인 무역 항로의 평균 배출 강도	g CO ₂ e/TEU-km	WTT g CO ₂ e/TEU-km	TTW g CO ₂ e/TEU-km	WTW g CO ₂ e/TEU-km
산업 평균 (출발지-목적지가 불명확한 경우에 사용)	건화물	70.6	12.1	76.9	89.0
	Reefer	136.5	23.5	148.7	172.2
종합 주요 무역 항로					
파나마 항로	건화물	88.9	15.3	96.8	112.1
	Reefer	153.2	26.4	166.9	193.3
대서양 횡단	건화물	83.3	14.3	90.7	105.0
	Reefer	156.0	26.8	169.9	196.7
수에즈 횡단	건화물	44.1	7.6	48.1	55.6
	Reefer	107.8	18.5	117.4	135.9
태평양 횡단	건화물	64.5	11.1	70.3	81.4
	Reefer	127.7	22.0	139.1	161.0
기타 글로벌 항로	건화물	85.7	14.7	93.3	108.1
	Reefer	152.5	26.2	166.1	192.4
상세 무역 항로					
아시아와 아프리카 간	건화물	83.8	14.4	91.3	105.7
	Reefer	151.0	26.0	164.5	190.4
아시아와 지중해/흑해 간	건화물	48.7	8.4	53.1	61.4
	Reefer	114.5	19.7	124.7	144.4
아시아와 중동/인도 간	건화물	68.6	11.8	74.7	86.5
	Reefer	133.1	22.9	145.0	167.9
아시아와 북미 동부 해안/멕시코만 간	건화물	63.1	10.8	68.7	79.6
	냉장화물	123.4	21.2	134.4	155.6
아시아와 북미 서부 해안 간	건화물	65.7	11.3	71.6	82.9
	냉장화물	131.7	22.6	143.4	166.1

무역 항로	최종 사용자 배출 강도				
	총합적인 무역 항로의 평균 배출 강도	g CO ₂ e/TEU-km	WTT g CO ₂ e/TEU-km	TTW g CO ₂ e/TEU-km	WTW g CO ₂ e/TEU-km
아시아와 북유럽 간	건화물	39.6	6.8	43.1	49.9
	Reefer	102.1	17.6	111.2	128.7
아시아와 오세아니아 간	건화물	96.0	16.5	104.5	121.0
	Reefer	165.6	28.5	180.4	208.9
아시아와 남미 간 (중앙 아메리카 포함)	건화물	70.8	12.2	77.2	89.3
	Reefer	127.3	21.9	138.7	160.6
북유럽 중앙 유럽과 아프리카 간	건화물	99.7	17.2	108.6	125.8
	Reefer	172.7	29.7	188.1	217.8
북유럽 & 중앙 유럽과 남미 간 (중앙 아메리카 포함)	건화물	81.6	14.0	88.9	102.9
	Reefer	142.8	24.6	155.5	180.1
북유럽 & 중앙 유럽에서 중동/인도 간	건화물	63.2	10.9	68.9	79.8
	Reefer	129.5	22.3	141.0	163.3
북유럽 & 중앙 유럽에서 중동/인도 간	건화물	81.9	14.1	89.2	103.2
	Reefer	141.4	24.3	154.1	178.4
지중해/흑해에서 북미 동부 해안/멕시코만 간	건화물	92.0	15.8	100.2	116.0
	Reefer	167.0	28.7	181.9	210.6
지중해/흑해에서 북미 서부 해안 간	건화물	48.9	8.4	53.2	61.6
	Reefer	122.8	21.1	133.7	154.9
북미 동부 해안/멕시코만/서부 해안에서 아프리카 간	건화물	131.7	22.6	143.4	166.1
	Reefer	192.2	33.1	209.4	242.4
북미 동부 해안/멕시코만/서부 해안에서 오세아니아 간	건화물	80.0	13.8	87.2	101.0
	Reefer	145.1	25.0	158.1	183.1
북미 동부 해안/멕시코만/서부 해안에서 남미 간 (중앙 아메리카 포함)	건화물	88.1	15.1	95.9	111.1
	Reefer	153.3	26.4	167.0	193.4

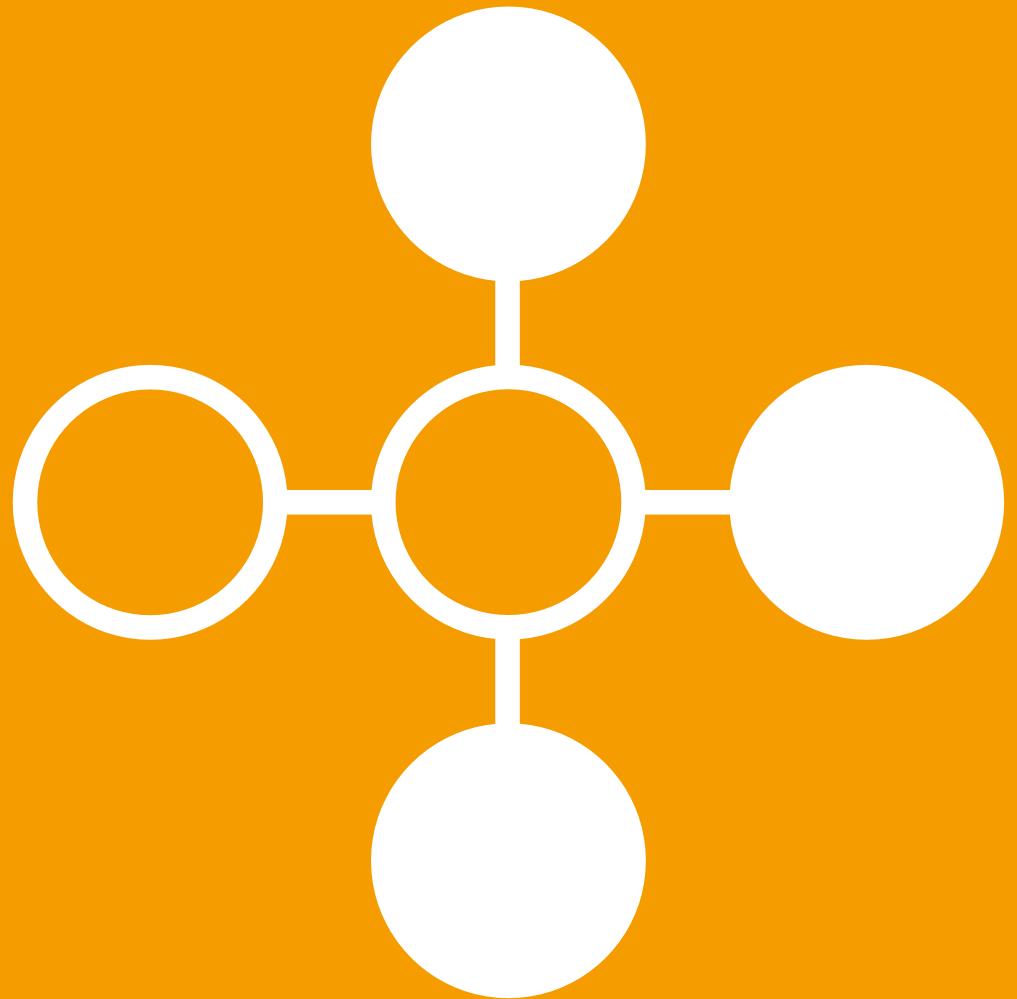
표 17
해상 운송 배출 강도값 – 컨테이너선박

무역 항로		최종 사용자 배출 강도			
		종합적인 무역 항로의 평균 배출 강도	g CO ₂ e/TEU-km	WTT g CO ₂ e/TEU-km	TTW g CO ₂ e/TEU-km
북미 동부해안/ 멕시코만/서부 해안에서 중동/인도 간	건화물	75.3	12.9	82.0	94.9
	Reefer	138.6	23.8	151.0	174.8
북유럽에서 북미 동부 해안/멕시코만 간	건화물	88.9	15.3	96.8	112.1
	Reefer	160.6	27.6	174.9	202.5
북유럽에서 북미 서부 해안 간	건화물	76.4	13.1	83.2	96.3
	Reefer	142.4	24.4	154.7	179.2
남미(중앙 아메리카 포함)에서 아프리카 간	건화물	138.2	23.8	150.5	174.3
	Reefer	206.6	35.5	225.0	260.5
아프리카 내	건화물	133.7	23.0	145.6	168.6
	Reefer	224.9	38.7	244.9	283.6
북미 동부 해안/ 멕시코만/서부 해안	건화물	202.9	34.9	221.1	256.0
	Reefer	283.0	48.7	308.3	357.0
남미 내	건화물	116.4	20.0	126.7	146.8
	Reefer	193.0	33.2	210.2	243.4
동남아시아에서 동북 아시아	건화물	98.6	17.0	107.4	124.3
	Reefer	169.6	29.2	184.7	213.9

무역 항로		최종 사용자 배출 강도			
		종합적인 무역 항로의 평균 배출 강도	g CO ₂ e/TEU-km	WTT g CO ₂ e/TEU-km	TTW g CO ₂ e/TEU-km
동북아시아 내	건화물	110.7	19.0	120.5	139.6
	Reefer	184.8	31.8	201.3	233.1
동남아시아 내	건화물	125.2	21.5	136.4	157.9
	Reefer	202.07	34.8	220.1	254.9
북유럽에서 지중해/흑해 간	건화물	73.1	12.6	79.6	92.2
	Reefer	140.5	24.2	153.0	177.2
지중해/흑해 내	건화물	158.8	27.3	173.0	200.3
	Reefer	264.8	45.5	288.4	334.0
북유럽 내	건화물	140.3	24.1	152.8	177.0
	Reefer	232.9	40.1	253.7	293.8
중동/인도 내	건화물	117.6	20.2	128.1	148.4
	Reefer	197.1	33.9	214.7	248.6
기타	건화물	85.9	14.8	93.6	108.3
	Reefer	164.3	28.3	178.9	207.2

3

모듈 3 냉매 배출 계수



섹션 3 목차 페이지로 돌아가려면 여기를 클릭하세요.

3

Module 3
냉매
배출계수



냉매의 배출 계수는 사용된 냉매의 화학식에 따라 달라질 수 있습니다. 모듈 3에서는 이러한 다양한 화학식을 고려한 냉매 배출 계수에 대한 개요를 제공합니다.

표 1
이동식 에어컨 및 온도 관리 화물의 냉매 손실에 대한 배출 계수

	상용 트럭의 이동식 에어컨	이동식 온도 관리 화물(예: 냉동 장치가 있는 트레일러)
냉매 충전 용량	1.5 kg	5.5 kg
연간 누출 비율	15%	32.5%
연간 누출량	$1.5 \text{ kg} * 15\% = 0.225 \text{ kg}$	$5.5 \text{ kg} * 32.5\% = 1.7875 \text{ kg}$

표 2
냉매 배출 계수²⁴

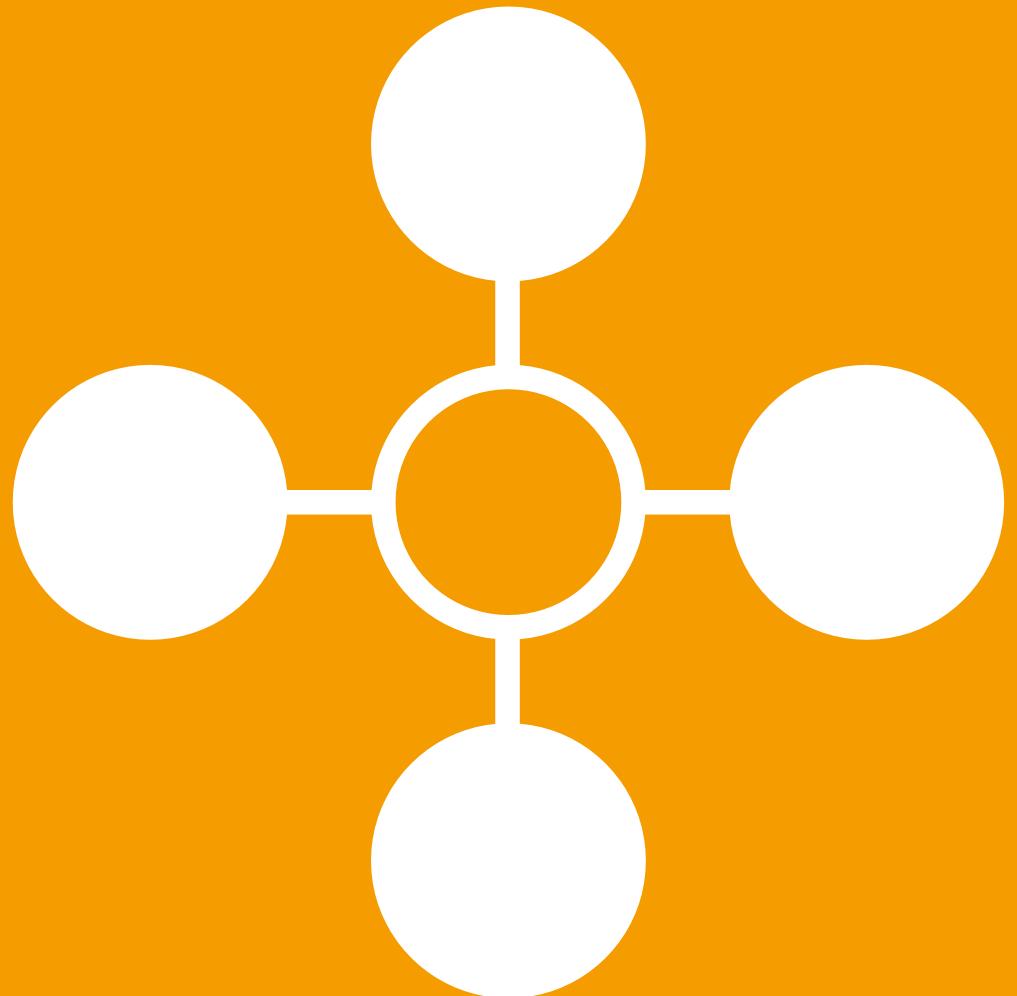
유형	화학식	대체 명칭	GWP100, AR6 [g CO ₂ e / g]
R-12	CF ₂ Cl ₂ // CCl ₂ F ₂	Dichlorodifluoromethane	12.500,0
R-22	CHClF ₂	Chlorodifluoromethane	1.960,0
R-23	CHF ₃	Fluoroform	14.600,0
R-32	CH ₂ F ₂	Difluoromethane	711,0
R-115	CCl ₂ FCF ₃	Chloropentafluoroethane	9.600,0
R-124	C ₂ H ₄ Cl // CHClFCF ₃	1-Chlor-1,2,2,2-Tetrafluoroethane	597,0
R-125	CHF ₂ CF ₃	Pentafluoroethane	3.740,0
R-134a	CH ₂ FCF ₃	1,1,1,2-Tetrafluoroethane	1.530,0
R-142b	C ₂ H ₃ F ₂ Cl	1-Chlor-1,1-difluoroethane	2.300,0
R-143a	CH ₃ CF ₃	1,1,1-Trifluoroethane	5.810,0
R-152a	C ₂ H ₄ F ₂ // CH ₃ CHF ₂	1,1-Difluoroethane	164,0
R-218	C ₃ F ₈	Octafluoropropane	9.290,0
R-290	C ₃ H ₈	Propane	0,02
R-401A	혼합, 자체 계산: 53% R-22, 13% R-152A, 34% R-124		1.263,
R-402A	혼합, 자체 계산: 60% R-125, 2% R-290, 38% R-22		2.988,8
R-404A	혼합, 자체 계산: 44% R-125, 4% R-134a, 52% R-143a		4.728,0
R-407A	혼합, 자체 계산: 20% R-32, 40% R-125, 40% R-134a		2.250,2
R-407C	혼합, 자체 계산: 23% R-32, 25% R-125, 52% R-134a		1.894,1
R-407F	혼합, 자체 계산: 30% R-32, 30% R-125, 40% R-134a		1.947,3
R-408A	혼합, 자체 계산: 7% R-125, 46% R-143a, 47% R-22		3.855,6
R-409A	혼합, 자체 계산: 60% R-22, 25% R-124, 15% R-142b		1.670,3
R-410A	혼합, 자체 계산: 50% R-32, 50% R-125		2.225,5
R-413A	혼합, 자체 계산: 88% R-134a, 9% R-218, 3% R-600a		2.182,5
R-417A	혼합, 자체 계산: 46,6% R-125, 50% R-134a, 3,4% R-600		2.507,8
R-417C	혼합, 자체 계산: 19,5% R-125, 78,8% R-134a, 1,7% R-600		1.934,9

유형	화학식	대체 명칭	GWP100, AR6 [g CO ₂ e / g]
R-422A	혼합, 자체 계산: 85,1% R-125, 11,5% R-134a, 3,4% R-600a	3.358,7	
R-422D	혼합, 자체 계산: 65,1% R-125, 31,5% R-134a, 3,4% R-600a	2.916,7	
R-448a	혼합, 자체 계산: 26% R-32, 26% R-125, 20% R-1234yf, 21% R-134a, 7% R-1234ze(E)	1.478,8	
R-449A	혼합, 자체 계산: 25,7% R-134a, 25,3% R-1234yf, 24,7% R-125, 24,3% R-32	1.489,9	
R-450A	혼합, 자체 계산: 42% R-134a, 58% R-1234ze(E)	643,4	
R-452a	혼합, 자체 계산: 11% R-32, 59% R-125, 30% R-1234yf	2.285,0	
R-502	혼합, 자체 계산: 48,8% R-22, 51,2% R-115	5.871,7	
R-504	혼합, 자체 계산: 48,2% R-32, 51,8% R-115	5.315,5	
R-507	혼합, 자체 계산: 50% R-125, 50% R-143a	4.775,0	
R-507A	혼합, 자체 계산: 50% R-125, 50% R-143a	4.775,0	
R-509A	혼합, 자체 계산: 44% R-22, 56% R-218	6.064,8	
R-513A	혼합, 자체 계산: 44% R-134a, 56% R-1234yf	673,5	
R-600	C ₄ H ₁₀	n-Butane	0,01
R-600a	C ₄ H ₁₀	Isobutane	0,01
R-717	NH ₃	Ammonia	-
R-744	CO ₂	Carbon dioxide	1,0
R-1234ze(E)	C ₃ H ₂ F ₂ //trans-CF ₃ CH=CHF C ₃ H ₂ F ₂ //CF ₃ CF=CH ₂	(E)-1,3,3,3-Tetrafluoropropene 2,3,3,3-Tetrafluoropropene	1,4
R-1234yf			0,5
ISCEON 89	혼합, 자체 계산: 86% R-125, 9% R-218, 5% R-290		4.052,5
FX 100 (R-427A)	혼합, 자체 계산: 50% R-134a, 25% R-125, 15% R-32, 10% R-143a		2.387,7

ISO 14083에서는 냉매 손실을 평가하기 위해 냉매 충전 용량과 연간 누출률에 대한 기본값을 제시합니다(Chapters I.3.2와 I.3.3).²⁵

3

모듈 4 배출 계산 예시 - 단계별 설명



섹션 3 목차 페이지로 돌아가려면 여기를 클릭하세요.

3

Module 4
배출량 계산 예시
- 단계별 설명



이 모듈은 운송망 사례를 제시하고 있으며 단계별로 배출량을 계산하는 방법을 설명합니다.
가장 흔히 사용되는 운송 수단과 그 조합(멀티모달)을 사용하여 GLEC 프레임워크의 사용 방법을 안내합니다.

예시는 1차 데이터에 대한 접근 수준의 차이를 고려하여 다양한 공급망 주체의 계산에 대한 서로 다른 요구를 가장 잘 반영할 수 있도록 개발되었습니다.
예시에서는 운송망의 전체 탄소 발자국에서 다양한 규모의 주체들이 차지하는 배출량의 비중과 상세한 계산에 대한 요구사항을 다르게 설정하여 사용합니다. 이를 통해 가능한 한 현실적인 시나리오를 제공합니다.

또한, 예시를 통해 계산의 다양한 활용 사례를 다루고 있습니다. 이는 (기업의) 탄소 발자국이나 특정 프로젝트의 일부일 수 있으며, 영향 분석 및/또는 목표 설정과 추적 평가의 일환일 수 있습니다.

GLEC 프레임워크 전반에서 설명한 바와 같이, 측정된 (1차)데이터가 기본값보다 우선합니다. 거리는 항상 최단 운송 가능 거리(SFD) 또는 대원 거리(GCD)를 사용해야 합니다.



1. 도로 운송의 온실가스 배출량 계산

도로 운송망의 요소는 여러 운송망 요소(TCE)와 함께 운송망의 일부로 나타나는 경우가 있습니다. 이 TCE는 다른 운송 수단과 함께 사용할 수 있으며, 도로 운송은 첫 번째 집하 및 마지막 구간의 배송 서비스 역할을 합니다. 또한 도로 TCE는 오직 도로 TCE로만 구성된 다소 복잡한 네트워크의 일부일 수 있습니다.

ISO 14083의 적용 방식은 GLEC 프레임워크 섹션 1에 제시된 일반적인 계산 단계를 따릅니다. 따라서 각 화물에 대해 별도로 TCE를 식별해야 합니다. 고밀도 대형 도로 화물 네트워크에서는 화물의 수가 매우 많을 수 있으므로, 경로 정보를 기반으로 하는 운송관리시스템(TMS)의 활용을 권장합니다. 운송 물량과 거리는 TMS에 저장되며, 물류 허브나 터미널에서 화물을 스캔해 생성된 이벤트 정보는 일반적으로 TCE의 시작이나 끝을 나타냅니다. 따라서 TMS는 화물 단위의 운송 거리를 나타내는 출처가 됩니다. GLEC 프레임워크에서 우선 사용하는 운송 거리는 SFD이며, TMS 또는 경로 계획 도구를 활용해 TCE별로 파악할 수 있습니다. 예외적으로 GCD를 사용할 수 있습니다(자세한 정보는 섹션 1을 참조하십시오).

화물별 운송 활동은 화물 중량에 TCE 거리를 곱하여 계산합니다. 다음으로, 각 운행의 모든 운송 활동을 합산해 관련 운송 운영 범주(TOC)의 운송 활동을 산출합니다.

그린 다음 TOC의 온실가스 배출 강도를 계산할 수 있습니다.

예:

TOC에서 평균적으로 tkm당 0.15리터의 "경유"가 소비되며, 5%의 바이오디젤을 포함하는 유럽의 일반적인 WTW 경유 배출 계수를 사용한 관련 온실가스 배출 강도는 다음과 같습니다.

$$0.15l \times 3.32kg/l CO_2e = 0.498kg CO_2e$$

위의 TOC 관련 TCE에서 특정 화물의 온실가스 배출량을 계산하려면, 배출 강도를 해당 TCE의 화물 중량과 활동 거리에 곱해야 합니다. 따라서 화물 중량이 450kg이고 거리가 20km인 경우, 위의 예에서 이 TCE에서의 화물 총 배출량은 다음과 같습니다:

$$0.45t \times 20km \times 0.498kg CO_2e / tkm = 4.48kg CO_2e$$

다음 계산 예시는 다양한 관점과 활용 사례를 설명하며 항상 동일한 논리를 적용합니다. 기본적인 활용 사례에서는 관련된 모든 온실가스 활동 데이터(연료 사용, 냉매 사용 등)를 활용할 수 있는 경우부터 시작하여 1차 데이터 접근이 어려운 보다 복잡한 운송 운영활동 순으로 진행됩니다.

그림 1
도로 운송망의 예시



1.1 기업의 자체 차량 배출량 계산과 도출된 배출 강도

다음 예시는 기업이 자체 탄소 발자국을 계산하는 경우입니다. 관련 보고서는 기업이 자체적으로 탄소 발자국에 대한 인사이트를 얻기 위한 용도로 사용되며, 보고된 값을 공급망 배출 보고서에 포함하려는 공급업체와 고객을 위한 용도로도 사용됩니다.

화물 수량이 많은 도로 운송의 구조적 특징을 감안할 때, 도로 운송의 TCE는 특정 경로의 출발지에서 목적지까지의 운행 구간을 의미합니다. 이 경로는 운영업체가 터미널/물류 허브에서의 취급 및 환적 작업을 포함해 차량 운행에 통합하는 모든 과정이 포함됩니다.

주: 이처럼 통합된 혼합 화물은 운임 중량이 아니라 실제 중량으로 처리해야 하며, 포장재는 포함되지만 팔레트, 금속 케이지 등과 같은 별도의 운반재는 원래 화주가 화물에 합친 경우를 제외하고는 중량에 포함되지 않습니다.

경로와 교대 정보는 일반적으로 TMS나 계획 시스템에 저장되므로 일정 기간(보통 1년) 동안의 거리를 알아야 합니다. 경로 또는 교대당 거리(km)(TCE)에 화물의 중량을 곱하면 TCE의 운송 활동(tkm)이 됩니다.

예시:
함부르크-뮌헨 경로에서 1년 동안 총 1,200톤의 화물이 운송됩니다. TMS를 통해 658km의 SFD가 확인되었습니다. 그러면 이 경로의 총 tkm은 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

$$658km \times 1,200t = 789,600tkm$$

TMS에서 이 데이터를 얻을 수 없는 경우, 최선의 해결 방법은 각 경로의 총 거리와 차량 분류별 평균 적재량(톤)을 파악하는 것입니다. 예를 들어, 차량 중에서 40톤 트럭이 평균 15톤을 운반하고 이러한 트럭들이(예: 10대) 연간 총 1,000,000km의 적재거리를 운행한 경우, 총 운송 활동은 다음과 같이 계산됩니다.

$$1,000,000km \times 15t = 15,000,000tkm$$



TOC는 항상 특성이 동일한 차량 그룹과 관련 운영 작업을 의미합니다(예: 동일한 차량 크기 등급과 동일한 온도 조건). TOC는 각 TCE의 운송 작업을 반영해서 구성합니다.

운송업체는 TOC를 정의할 때 선택한 결정이 자신은 물론 고객에게 의미 있고 관련성을 가질 수 있도록 주의를 기울여야 합니다. TOC를 생성하고 수준별로 세분화 할 때는 가장 중요한 고객과 확인 과정을 거치는 것이 좋습니다. 또한 온도 조건이 다른 경우 운송

활동과 관련 배출량을 항상 분리하는 것이 좋습니다. 왜냐하면 (고객이나 자사의 효율성 관리 측면에서) 계산이나 투명성 확보에 필요한 탄소 강도가 서로 다른 별도의 서비스이기 때문입니다. 이 프레임워크에서는 TOC 생성과 수준별 세분화 작업에 참고할 수 있는 매개변수의 예시를 간략하게 제시하고 있습니다. 계산할 때 필요에 따라 이 예시들을 통합하거나 세분화할 수 있습니다.

아래 표를 기준으로 한 도로 운송의 TOC 예시는 다음과 같습니다.

- 특정 경로에서의 개별 차량, 출차 및 복귀
- 특정 네트워크의 개별 차량
- 온도 등 특성이 유사하거나 동일한 특정 유형의 차량. 예: 온도 관리 차량이 경로가 지정되어 있고 출차 및 복귀하는 경우
- 특정 기업이 운영하는 모든 경로에서 특성이 유사하거나 동일한 특정 유형의 차량
- ...

TOC 수준에서는 각 운영 범주에 맞는 정확한 배출 강도를 적용하기 위해 운송 활동(km)을 TOC별로 계산해야 합니다. 예를 들어 차량 크기, 경로 유형, 상온 vs. 온도 조절 등의 요소별로 계산해야 합니다. 계산을 간소화하기 위해 모든 유사한 TOC(예: 동일한 차량 크기 등급과 동일한 온도 조건)를 클러스터링하고 에너지 사용량을 합산할 수 있습니다. 예를 들어,

- 크기 등급 X에서의 에너지 사용 총량, 상온 = 총 연료 리터 수
- 크기 등급 Y에서의 에너지 사용 총량, 상온 = 총 연료 리터 수
- 크기 등급 Y에서의 에너지 사용 총량, 온도 조건 I = 총 연료 리터 수(디젤)
- 크기 등급 Y에서의 에너지 사용 총량, 온도 조건 I = 총 kWh(BEV)

에너지 사용 총량이 파악되면, 선택한 통합 수준과 목표로 하는 세분화 수준에 따라 데이터를 TOC에 할당할 수 있습니다. 섹션 3 모듈 1에서는 디젤유(EU 평균, 미국 평균 또는 해당 바이오 연료 혼합물로 구성된 디젤유)와 전기 배출 계수와 관련된 모든 배출 계수를 찾아 볼 수 있습니다.

선택한 세분화 수준 내에서 계산된 운송 활동(km)과 각 TOC별 에너지 사용량 및 관련 배출량이 일치하면, TOC의 배출 강도와 배출량을 계산할 수 있습니다.

배출 강도(CO₂e/km) = TOC에 맞게 선택한 세분화 수준에서의 tkm당 온실가스 배출량.

총 배출량 (CO₂e) = TOC별 온실가스 배출량 = TOC별 에너지 사용 총량에 적절한 배출 계수를 곱한 값.

표 1
도로 운송의 TOC 세분화 사례

TOC 예시 및 세분화 수준	크기 등급	서비스 유형	함부르크 -프랑크푸르트 -함부르크	국가 내 모든 운송	특정 지역 내 모든 운송 (예: 유럽)	모든 지역 내 운송 (총 운송)
상온	3.5t 미만	집하 유통, 도시 배송	규모별 또는 서비스 유형별로 세분화하거나 단일 서비스 유형으로 분류할 수 있으며, 선택한 사항은 명확하게 명시해야 합니다	규모별 또는 서비스 유형별로 세분화하거나 단일 서비스 유형으로 분류할 수 있으며, 선택한 사항은 명확하게 명시해야 합니다	규모별 또는 서비스 유형별로 세분화하거나 단일 서비스 유형으로 분류할 수 있으며, 선택한 사항은 명확하게 명시해야 합니다	모든 상온 차량의 주행 거리 TkM (5)
	3.5-7.49t					
	7.5-11.99t	간선운송				
	... 40-50t					
온도 조건 I	상동	상동	상동	상동	상동	상동
온도 조건 II	상동	상동	상동	상동	상동	상동



사용 에너지 별 계산 예시:

• 디젤 차량의 총 배출량:

연료 리터 총수에 $\text{kg CO}_2\text{e}/\ell$ 단위의 WTW 배출 계수를 곱한 값(ISO 14083 방법론을 따르는 GLEC 프레임워크 모듈 1의 예시 값 참조) = 총 WTW 배출량($\text{kg CO}_2\text{e}$)

예시:

유럽에서 소비된 100,000리터의 디젤/5% 바이오디젤 혼합 연료에 배출 계수 3.32 kg/ℓ 를 곱한 값 (GLEC 프레임워크 모듈 1의 배출 계수 참조) = 이 연료량에 대한 CO_2e 는 332,000 kg (또는 332톤)

• 배터리 전기 차량의 총 배출량:

총 전력량 kWh에 해당 국가(위치 기반) 또는 시장 기반의 친환경 전기 공급 배출 계수 $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{kWh}$ 를 곱한 값 = 총 WTW 배출량($\text{kg CO}_2\text{e}$)

예시:

유럽의 소비전력량 100,000kWh에 배출 계수 349.2g/kWh CO_2e 를 곱한 값(EU 평균값 97 g/MJ CO_2e 는 349.2g/kWh CO_2e 에 해당, 모듈 1 참조) = 34,920 $\text{kg CO}_2\text{e}$

참고: 별도의 시장 기반 배출 계수가 있는 경우 별도로 인증받아야 합니다.

• 하이브리드 차량의 총 배출량:

디젤 소비량(리터)에 해당 배출 계수를 곱한 값 + 전력 소비량(kWh)에 해당 배출 계수를 곱한 값 = 디젤의 WTW CO_2e 배출량 + 전력의 WTW CO_2e 배출량

예시:

하이브리드 에너지 사용량은 100,000 리터의 디젤/5% 바이오디젤 혼합 연료와 100,000 kWh의 전력으로 이루어져 있습니다. 위에서 설명한 유럽의 디젤 및 전력 배출 계수를 사용하여 위와 동일하게 계산하며, 디젤 소비로 인한 332,000 $\text{kg CO}_2\text{e}$ 와 전력 사용으로 인한 34,920 $\text{kg CO}_2\text{e}$ 를 합해 총 배출량은 366,920 $\text{kg CO}_2\text{e}$ 가 됩니다.

1.2 냉매

손실된 냉매를 보충하는 것은 온도 관리 서비스의 에너지 기반 온실가스 배출량에 추가 할당해야 합니다. 따라서 계산의 범위는 다음과 같습니다.

총 연료 소비량을 WTW 온실가스 배출량($\text{kg CO}_2\text{e}$)으로 변환한 값 + 냉매 손실 관련 온실가스 배출 총량(톤 또는 kg). 해당 배출 계수는 모듈 3에서 확인할 수 있습니다. 냉매 종류를 모르는 경우 기본 계수를 적용할 수 있습니다.

온도 조건이 서로 달라 연료 사용률이 달라지는 경우 (또한 냉매 종류가 다른 경우) 각 운송 활동의 온도 조건별로 별도로 계산해야 합니다.

예시:

TOC의 온도 조건이 A이고, 10대의 트럭이 이동식 냉동 장치를 이용해 6,000,000 tkm를 운행했습니다. ISO 14083 기본 계수를 사용하면, 에어컨의 평균 냉매 충전량은 1.5 kg, 기본 손실율은 15%로 장치당 0.225 kg의 손실이 발생합니다. 또한 온도 조절이 필요한 이동식 화물 장치의 경우 기본 충전량은 5.5 kg, 기본 손실율은 32.5%로 장치당 1.787 kg의 손실이 발생합니다.

따라서 트럭 10대에서 발생한 냉매 손실은 $2.25 \text{ kg} + 17.87 \text{ kg} = 20.12 \text{ kg}$ 입니다.

이 손실량 20.12 kg은 6,000,000 tkm 전체에 걸쳐 적용되어야 하며, 이를 통해 온도 조건 A로 인해 발생한 추가 온실가스 배출량이 이 운송 활동에 포함됩니다. 동일한 냉매를 사용한 경우 배출 계수도 동일하게 적용합니다.

사용 냉매가 R-134a이고 이 냉매의 배출 계수가 1,430 $\text{kg CO}_2\text{e}/\text{kg}$ 인 경우, 에어컨 장치당 321.75 $\text{kg CO}_2\text{e}$, 온도 조절이 필요한 이동식 장치당 2,555.41 $\text{kg CO}_2\text{e}$ 가 추가로 발생합니다. 트럭 10대의 냉매 손실로 인한 총 배출량은 28,771.6 $\text{kg CO}_2\text{e}$ 이며, 이는 tkm 당 0.0048 $\text{kg CO}_2\text{e}$ 의 온실가스가 추가로 배출된다는 의미입니다.

참고: 하나의 운송작업에서 서로 다른 냉매가 사용되는 경우, 각 냉매 누출에 대해 서로 다른 배출 계수를 적용해야 합니다.

1.3 HOC 배출량 포함

HOC 배출량을 통합하려면 화물 운송에 대한 물류 허브 운영 활동과 관련된 모든 터미널/물류 허브 에너지 소비를 HOC 유형별로 식별해야 합니다: 예를 들어, 상온과 온도 관리 터미널 공간(냉동냉장 창고)에 따라 구분해야 합니다.

운송망의 총 배출량을 계산하려면 운송 및 물류 허브 관련 TCE의 모든 배출량을 합산해야 합니다.



1.4 집하 및 배송 과정

여러 경유지에서 화물을 집하 및/또는 배송하는 왕복 운행(또는 "밀크런")으로 구성된 왕복 집하 및 배송 작업은 다른 운행과 동일하게 생각할 수 있습니다. 하지만 경유지 간의 경로와 거리, 그리고 해당 운행 동안의 화물 적재 수준에 대한 정보가 항상 제공되는 것은 아닙니다. 또한 실제 운송은 수요(물량과 경유지)와 도로 혼잡도, 리드 타임 구간 등의 기타 상황에 따라 매일 달라질 수 있습니다.

모든 정보를 확보하고 있다고 가정할 때, 가장 선호되는 방식은 왕복 운행으로 대체된 가상의 지점 간 운송 활동 비율에 따라 배송 과정에 대해 계산된 배출량을 배분하는 것입니다.

예시:

차량이 완전히 적재된 상태로 출발하여 5개의 중간 경유지에 짐을 내리고 공차 상태로 복귀합니다.

이 예시는 왕복 주행의 총거리(이 경우 30km)가 대체된 개별 주행의 총 왕복거리보다 훨씬 짧을 수 있다는 것을 보여주며, 이로 인해 효율성이 훨씬 높아지고 전체 배출량을 낮출 수 있다는 것을 보여줍니다.

왕복 주행에 있어 배출량 비율을 "공정하게" 배분하는데 많이 사용되는 방법은, 명목상의 지점 간 운송 활동 비율에 따라 전체 운송 과정의 온실가스 배출량을 배분하는 것입니다. 위 예시에서는 왕복 주행으로 대체된 명목상의 지점간 운송 활동을 기준으로 30km의 왕복 운송으로 인해 발생한 배출량을 배분한다는 것을 의미합니다. 이 방법을 활용하면 계산이 안정적이며, 가장 마지막 배송 구간에 불리하게 적용되는 것을 방지하며 매일 변동되는 운송 스케줄로 인한 변동성을 없앨 수 있는 장점이 있습니다.

개별 운송 위치나 화물 중량을 파악할 수 없는 경우에는 연료 소비량을 기준으로 왕복 운송 배출량을 계산한 다음, 해당 운송의 일반적인 품목 중량(실제 중량을 모르는 경우)을 기준으로 배출량을 할당하는 방법이 있습니다. 또는 품목을 기준으로 배출량을 계산하는 방법이 있는데 이 경우는 배송 네트워크가 조밀해 배송 정보를 추적하기 어려운 우편 분야에 적절한 방법입니다.

표 2
도로 운송 경로의 예시

출발							복귀
포인트A	포인트B 고객1	포인트 C고객2	포인트D 고객3	포인트E 고객4	포인트F 고객5	포인트A	
적재 중량 (12.6 t)							공 (0t)
배송 중량 (t)	5	2	1	4	0.6		
구간별 실제 주행 거리(km)	5 km	2 km	8 km	5 km	4 km	6 km	
누적 운송 거리(km)	5 km	7 km	15 km	20 km	24 km	30 km	
SFD (A에서 포인트X까지) (km)	5 km	6 km	10 km	8 km	6 km	35 km	
할당을 위한 명목상 운송 활동(tkm)	5 x 5 = 25	2 x 6 = 12	1 x 10 = 10	4 x 8 = 32	0.6 x 6 = 3.6	82.6	
할당을 위한 명목상 운송 활동의 비율	25 / 82.6 = 0.30	12 / 82.6 = 0.15	10 / 82.6 = 0.12	32 / 82.6 = 0.39	3.6 / 82.6 = 0.04		



1.5 특수 사례 : 우편 및 소포 서비스

우편 및 소포 서비스 운송의 특성은 편지와 소포가 개별적으로 운송되지 않는다는 것입니다. 우편 및 소포 사업은 경로의 변동성이 큰 경우가 많고 배송 중에 여러 번의 통합 과정을 거치며, 각 편지나 소포의 운송 거리를 추적하는 것이 불가능합니다. 우편물은 보통 중량이 0.02~0.1kg으로 매우 적고, 20g에서 32kg까지 다양한 경우가 많으며 개별 우편물의 중량을 추적하기 어렵습니다.

하지만 반드시 유의미하고 실용적인 방법으로 운영 작업을 반영할 수 있는 지표를 활용해야 합니다. 우편 및 소포 부문은 우편물과 소포에 적합한 범주를 평가하는 작업이 진행 중입니다.

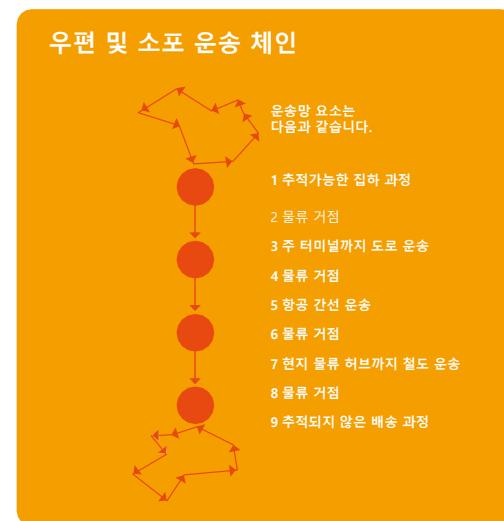
더 나은 솔루션이 확인되고 ISO 14083과 일치할 때까지, 품목별 배출량은 TCE (온실가스 활동)의 총 배출량을 항목 수로 나누어 탄소 강도를 산출합니다.

소포의 질량을 파악할 수 있는 경우에는 보다 구체적인 방법을 사용할 수 있습니다. 다음 예시의 목적은 일반적인 방법과 보다 구체적인 무게 기반 방법의 차이점, 특히 퍼스트마일과 라스트마일에 미치는 영향을 보여주기 위한 것입니다.

예시: (GLEC 프레임워크 v2의 예시를 수정된 배출 계수를 반영하여 업데이트한 것입니다.)

아래 상황에서는 추적이 가능한 집하 구간에서 250g의 소포를 송화인으로부터 집하하여 국제 우편 및 소포 네트워크로 통합한 다음 추적이 되지 않는 일반 배송 네트워크로 배송하는 과정을 보여주고 있습니다.

그림 2
우편 및 소포 운송망의 예시



집하 지점부터 배송까지의 전체 운송망에 대한 계산 과정이 아래에 제시되어 있습니다. 시작 정보는 TCE 2~8까지 미리 입력되어 있습니다. 즉, 물류 거점 2는 집하가 처리되는 곳이며, 물류 거점 8은 배송이 이루어지는 지점입니다.

표 3
우편 및 소포 운송망의 데이터 소스 예시

	WTW 배출강도	단위	데이터 카테고리	운송 활동 거리(km)	운송 활동 (tkm)	WTW 배출량 (kg CO ₂ e)	TTW 배출량 (kg CO ₂ e)	TTW 배출량 (kg CO ₂ e)	WTW 배출량 (kg CO ₂ e)
1	추적가능한 집하과정	자가 운송		1차	-	-	A	A	A
2	물류 거점	자가 거점	4.1 kg CO ₂ e/t	1차	-	-	-	-	0.0010
3	주 터미널까지 도로 운송	자가 운송	0.11 kg CO ₂ e/ t-km	1차	0.030	0.030	0.0006	0.0027	0.0033
4	물류 거점	자가 거점	4.6 kg CO ₂ e/t	1차	-	-	-	-	0.0012
5	항공 간선 운송	자가 항공기	0.563 kg CO ₂ e/ t-km	1차	1.200	1.200	0.1452	0.5304	0.6756
6	물류 거점	계약 운송 공동 거점	0.6 kg CO ₂ e/t	기본*	-	-	-	-	0.0002
7	현지 물류 허브까지 철도 운송	계약 운송 서비스	0.03 kg CO ₂ e/t- km	기본**	0.100	0.100	0.0007	0.0023	0.0030
8	물류 거점	계약 운송 공동 거점	0.6 kg CO ₂ e/t	기본*	-	-	-	-	0.0002
9	추적되지 않는 배송 과정	자가 운송		기본	-	-	B	B	B

데이터 범주 “1차”는 TMS의 데이터임을 의미합니다. 데이터 범주 “기본”은 GLEC Framework 기본값 목록에서 가져온 데이터임을 의미합니다.

* 물류 거점 기본값, 상온 환적 센터

** 일반 화물에 대한 유럽의 디젤 철도 기본값



위의 정보는 집하 및 배송 과정에서 사용되는 방법과 상관없이 적용됩니다.

마지막 작업은 표 3에서 A와 B로 표시된 TCE 1과 9의 값을 계산하는 것입니다. 다음 계산 과정은 추적된 경우(이 경우 집하 과정)와 추적되지 않는 경우(위의 예에서는 배송 과정) 모두에 대해 어떻게 작업을 수행하는지 보여줍니다.

TCE 1: 추적된 집하 과정

추적된 집하 과정의 경우 다음 정보가 존재하거나 1차 데이터를 기반으로 계산될 수 있다고 가정합니다.

- 집하 과정의 총 연료 소비량
- 물류 거점과 각 개별 집하 지점 간의 SFD
- 포장을 포함한 각 개별 품목의 중량
- 연료를 온실가스 배출량으로 변환하기 위한 배출 계수

오른쪽 표에는 14개의 집하 지점이 표시되어 있습니다. 이 예시에서 다루고 있는 250g짜리 품목의 집하번호는 7번입니다.

배출량 할당은 각 집하 항목의 직접 톤-킬로미터 비율을 기준으로 합니다. 따라서 7번 행의 250g 항목에 대한 할당 수치는 총 배출량의 0.7%인 $0.0024/0.3631$ 가 됩니다.

4.8리터를 $15.815\text{kg CO}_2\text{e}$ 로 변환하는데 사용된 배출 계수는 모듈 1에 있는 미국 WTW 값입니다.

표 4
우편 및 소포 운송망의 배출량
계산 예시

집하지점 (14개소)	집하 지점에서 물류 허브까지의 직접 거리(km)	포인트 간 거리(km)	품목별 중량 (kg)	총연료 (l)	직접 운송활동 (tkm)	할당률 (%)	WTT 배출량 (kg CO ₂ e)	TTW 배출량 (kg CO ₂ e)	WTW 배출량 (kg CO ₂ e)
Hub									
1	8	7	4		0.0280	7.7%	0.210	1.010	1.220
2	2	7.2	1		0.0072	2.0%	0.054	0.260	0.314
3	4	9	0.25		0.0023	0.6%	0.017	0.081	0.098
4	0.5	8.9	2		0.0178	4.9%	0.134	0.642	0.775
5	3	8.6	20		0.1720	47.4%	1.290	6.202	7.492
6	1	9	2		0.0180	5.0%	0.135	0.649	0.784
7	2	9.5	0.25		0.0024	0.7%	0.018	0.086	0.103
8	0.5	9.5	3		0.0285	7.8%	0.214	1.028	1.241
9	4	7	0.1		0.0007	0.2%	0.005	0.025	0.030
10	2	6	7		0.0420	11.6%	0.315	1.514	1.829
11	6	8	2		0.0160	4.4%	0.120	0.577	0.697
12	1	7.7	3		0.0231	6.4%	0.173	0.833	1.006
13	2	8.3	0.2		0.0017	0.5%	0.012	0.060	0.072
14	4	7	0.5		0.0035	1.0%	0.026	0.126	0.152
Hub	4	3.5							
총계	44		4.8		0.3631		2.724	13.091	15.815



TCE 9: 추적되지 않는 배송 과정

추적되지 않는 배송 과정의 경우 데이터 요구 사항이 덜 복잡하며 다음 항목과 관련이 있습니다.

- 배송 과정의 총 연료량
- 배송된 품목 수
- 연료를 배출량으로 변환하는 배출 계수

예를 들어, 250g짜리 품목은 전체 우편 배송 과정에서 배송된 총 275개의 품목 중 하나입니다.

총 연료 소비량은 7.3리터입니다.
따라서 품목당 연료 소비량은
7.3l/275 = 0.02655l/품목

품목당 온실가스 배출량은 다음과 같습니다.

- 에너지 공급 배출량(WTT): 0.0218 kg CO₂e/품목
- 운영 배출량(TTW): 0.0652 kg CO₂e/품목
- 총 배출량 (WTW): 항목당 0.0870 kg CO₂e/품목, 7% 바이오디젤/디젤 혼합연료에 대한 EU의 평균 WTW값을 사용했을 때

이제 전체 계산에 삽입할 수 있는 값 A (TCE 1)와 B(TCE 9) 정보가 준비되었으며, 이를 통해 다음과 같이 계산이 최종 완료됩니다(표 5 참조).

이 예시에서 250g짜리 품목의 전체 경로에 따른 총 WTW 배출량은 0.875 kg CO₂e이며, 이 중 77.2%는 항공 간선 운송 구간에서 발생한 것입니다.

표 5
TCE별 우편 및 소포 운송망 예시

			WTW 배출강도	단위	데이터 범주	운송 활동 (km)	운송 활동 (t·km)	WTT 배출량 (kg CO ₂ e)	TTW 배출량 (kg CO ₂ e)	WTW 배출량 (kg CO ₂ e)
1	추적 가능한 집하 운송	자가 운송			1차		-	0.018	0.086	0.103
2	물류 거점	자가 거점	4.1	kg CO ₂ e/t	1차	-	-	0.0006	0.0027	0.0010
3	주 터미널까지 도로 운송	자가 운송	0.11	kg CO ₂ e/ t- km	1차	120	0.030			0.0033
4	물류 거점	자가 거점	4.6	kg CO ₂ e/t	1차	-	-	0.1452	0.5304	0.0012
5	항공 간선 운송	자가 항공기	0.563	kg CO ₂ e/ t- km	1차	4800	1.200			0.6756
6	물류 거점	계약 운송 공동 거점	0.6	kg CO ₂ e/t	기본값*	-	-	0.0007	0.0023	0.0002
7	현지 물류 허브까지 철도 운송	계약 운송 서비스	0.03	kg CO ₂ e/ t- km	기본값**	400	0.100			0.0030
8	물류 거점	계약 운송 공동 거점	0.6	kg CO ₂ e/t	기본값*	-	-		0.0652	0.0002
9	추적되지 않는 배송	자가 운송			1차		-	0.0218		0.0870
총계										0.8748

* 물류 거점 기본값, 상온 환적 센터

** 일반 화물에 대한 유럽의 디젤 철도 기본값



1.6 데이터 확보가 어려운 경우, 1차 및 2차 데이터의 혼합

필요한 데이터 일체를 항상 1차 데이터 형태로 수집할 수 있는 것은 아닙니다. 에너지 소비나 운송 활동 데이터(화물 중량과 배송 수준의 거리)에 대한 1차 데이터가 없는 경우에는 모델링이나 기본 데이터와 같은 2차 데이터에서 도출해야 합니다.

예시:

회사가 대부분의 간선 운송에 대한 데이터는 매우 잘 갖추고 있지만 퍼스트마일이나 라스트마일 배송 데이터가 부족한 경우, 계약한 운송업체에서 이 데이터를 확보하거나 대표적인 사례를 확보해 최소한 모델링 데이터의 기초로 사용할 수 있습니다. 계약한 운송업체가 데이터를 제공하지 못하거나 해당 데이터의 양이 충분하지 않다면(임계값은 이러한 데이터의 부족이 최종 배출 결과에 미치는 영향에 따라 달라짐), 대체 데이터를 수집해야 합니다. 예를 들어, 정부기관이나 공인된 데이터베이스에서 차량 구성에 대한 정보를 수집할 수 있습니다. 평균 적재율 관련 정보는 운송되는 화물 종류에 따라 섹션 3 모듈 2의 기본 데이터를 사용할 수 있습니다.

차량 운영에 대한 통계가 없고 데이터가 충분히 공개되는 나라와 비교해서 인프라가 불충분한 국가에서 기업 활동을 하는 경우, 해당 국가의 운송 구조와 평균적 차량 운영에 대한 연구자료나 데이터를 확보해야 합니다(예: 국제교통포럼(ITF) 또는 국제청정교통위원회(ICTC). 연구 결과에서 해당 국가의 인프라가 선진국의 5~10년 전과 유사하다고 밝힌 경우,

HBEFA(도로 운송 배출계수 핸드북)의 이전 버전을 확인해 적절한 데이터를 찾을 수 있습니다. 또는, 별도의 프로젝트를 통해 현지 데이터를 추적해야 할 수도 있습니다. 연료 소비량 데이터가 없는 경우, 연료/에너지 소비와 관련된 온실가스 활동은 다음과 같이 운송 활동을 통해서만 도출해야 합니다.

- 화물 중량(톤)과 활동 거리(km)를 곱한 값에 모델링된 TOC의 배출 강도를 곱한 합계

위와 같이 산출할 수 없는 경우, 가장 적합한 기본 배출 강도를 사용할 수도 있습니다.

예시:

HBEFA를 통해 차량 연료 소비량에 대한 매우 세분화된 기본값 데이터베이스를 확인할 수도 있습니다. 이 데이터베이스는 배출량에 가장 민감한 매개변수를 고려한 것입니다. 이러한 조건은(툴을 이용해) 다시 모델링할 수 있으며 실제 활동(X지역의 Y 도로 범주에 대한 경로 등)이 데이터베이스의 해당 매개변수 조합을 통해 반영됩니다. 예를 들어, 독일 뮌헨에서 함부르크까지의 운송을 모델링하는 경우, 해당 경로에서 운영되는 평균 차량 크기(40톤 트럭, 유로6)를 기본 참조값으로 해서 관련 매개변수를 선택합니다(적재율 60%, 공차 운행 17%, 고속도로 비율 95%, 교통 혼잡도 중간, 언덕이 많은 지형). 이 조합은 특정한 연료/에너지 소비로 이어지며, 그런 다음 TOC 배출 강도 값($\text{CO}_2\text{e g/tkm WTW}$)으로 적용합니다.

배출 강도를 모델링하기 위한 1차 데이터가 없거나 개별 툴이 사례별로 상향식으로

매개변수를 조합하지 않는 경우, 기본값을 사용할 수 있습니다. 기본값을 선택할 때 실제 운송의 특성과 기본값 계산에 사용된 가정을 최대한 일치시키는 것이 중요합니다.

그림 3에서는 차량 크기, 적재율, 공차 운행율이 배출 강도에 미치는 결과를 보여줍니다. 이를 통해 실제 운송을

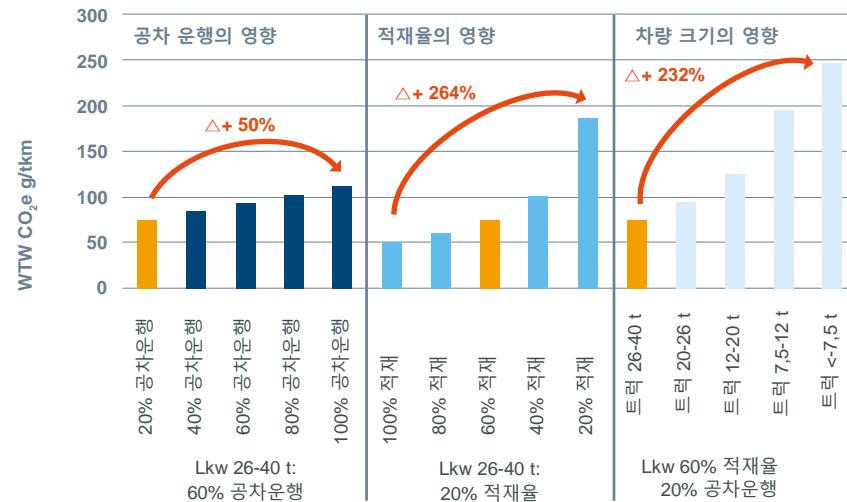
대표할 수 있는 결과값, 즉 유의미한 결과를 생성하기 위해 적절한 기본값을 선택하는 것이 얼마나 중요한지를 알 수 있습니다.

따라서 배출량에 민감한 매개변수에 따라 기본값을 선택해야 하며, 기본값 선택에 사용한 가정을 보고서에 명시하는 것이 가장 좋은 방법입니다. 1차 데이터 측정값과 2차 데이터를 함께 사용해야 하는 경우가 많습니다.

그림 3

공차 운행률, 적재율, 차량크기가 배출량에 미치는 영향²⁶

트럭의 WTW-온실가스 배출량(유로6)



출처: EcoTransIT(2017)을 기초로 재현함.



예시:

네트워크에는 사용한 TMS에 따라 계획된 모든 거리 정보가 담겨 있습니다. 각 출발지/도착지 조합(TCE)에서 운행 중인 차량 정보는 대략적으로만 파악됩니다. 집하와 배송 구간에는 40톤 미만의 트럭, 간선 운송 구간에는 40톤 이상의 트럭이 사용됩니다.

위의 경우에서, 집화 및 배송용 TOC, 간선 운송용 TOC로 두 개의 TOC를 생성할 수 있습니다. 각 TOC에 사용된 1차 데이터의 비율을 표시해야 합니다. 나머지 데이터는 1차 데이터를 기반으로 모델링하거나 해당 국가 및/또는 지역의 산업 평균값으로 대체해 사용할 수 있습니다. 네트워크에서 운행되는 전체 차량에 확대 적용하는 과정을 투명하게 설명할 수 있어야 하며 감사가 필요합니다.

적재율의 경우, 예를 들면 유럽의 평균 적재율은 60%이고, 공차율은 17%입니다(섹션 3 모듈 2의 기본 데이터 참조). 특정 차량 비율에 대한 적재율 정보의 1차 데이터를 확보할 수 있는 경우, 이점을 고려할 수 있습니다.

기본 적재율(유럽에서 60%)과 공차율(유럽에서 17%) 값에서 벗어나는 경우 예외 없이 측정을 통해 입증해야 합니다. 예를 들어, 트럭에 적재하기 전에 모든 화물의 중량을 측정하고, 특정 운송 활동에 투입되는 트럭의 크기별 대수를 알면, 이 데이터를 기반으로 무사히 평균 적재율을 계산할 수 있습니다.

트럭 크기와 오염 기준의 경우, 대부분의 차량(예: 80%)에 대한 1차 데이터를 사용할 수 있는 경우, 나머지 20%의 차량에도 온실가스 배출 강도 데이터를 적용할 수 있습니다.

하지만 특정 TOC의 차량이 1차 데이터에 전혀 포함되지 않거나, 특정 TOC의 차량 중 극히 일부에 대한 데이터만 있는 경우, 이 TOC의 온실가스 배출 강도는 상향식으로 모델링하거나 기본 데이터를 사용해야 합니다. 작은 샘플이 TOC 전체 차량의 온실가스 배출 강도를 반영한다고 항상 가정할 수는 없기 때문입니다.

배출량에 민감한 모든 매개변수는 신중하고 투명하게 모델링 해야 합니다.

2. 철도 운송 온실가스 배출량 계산

일반적으로 철도 운송은 도로 운송과 동일한 논리를 사용해 계산할 수 있습니다. 즉, TOC는 배출량에 민감한 매개변수를 따르며 다양한 TCE에 적용되지만 철도 운송의 몇 가지 고유 특성을 고려해야 합니다.

- 대부분의 철도 서비스 일정은 고정되어 있지만 일정에 따라 열차 길이는 달라질 수 있습니다.
- 또한, 열차 유형은 구성에 따라 크게 달라집니다. 예를 들어, 자동차 운송용으로 설계된 열차는 새시에 일정 수의 차량을싣고, 블록 트레이인은 특정 크기의 화차로 구성되며, 컨테이너 열차는 크레인으로 옮길 수 있는 도로 및 해상 컨테이너를 운반합니다.
- 철도 운송의 에너지 구성은 국경을 통과할 때 바뀔 수 있습니다. 이러한 변환 작업은 특정 국가의 전철화 정도와 국가의 전력 구성에 따라 바뀌는 특정한 그리드의 배출 계수에 따라 달라집니다.

따라서 TOC는 가능한 한 1차 데이터, 모델링 데이터, 기본 데이터를 적절히 조합해 다양한 열차 유형과 에너지원을 반영하도록 설정해야 합니다.

철도 화물 운송의 온실가스 배출량 계산 원칙은 열차의 추진 시스템이나 지리적 위치와 관계없이 항상 유사합니다. 철도

시스템을 운영하는 철도 운송업체는 주로 더 상세한 1차 데이터를 기반으로 배출량을 계산할 수 있지만, 화주들은 운송업체의 데이터나 일반적인 철도 운송 기본 데이터 중 하나만을 사용해야 하는 경우가 많습니다. 화주들은 철도 운송업체가 제공한 데이터를 검토할 때 아래 과정을 사용할 수 있습니다.

그림 4

철도 운송 데이터 흐름 – 철도 운송업체 → 화주²⁷



**예시:**

철도 온실가스 배출량의 실제 계산과정을 설명하기 위해 미국 EPA26과 GaBi 데이터(U.S. EPA 2022, GaBi 버전: 10.0.1.92 데이터 기반 26)를 사용했습니다.

- 유럽의 일반 전기 철도 화차 운영
- 미국의 디젤 인터모달 화차 운영

예시 1: 유럽의 일반 전기 철도 화차 운영
 이 방법은 기본적으로 사용 목적이 서로 다른 남북 간 운행에 사용합니다. 이 데이터를 사용하는 화주는 운송 비효율성을 고려한 평균 배출 계수를 사용해야 합니다.

철도 운송업체 관점의 배출량:

표 6
유럽 일반 철도 운송의 계산

전기 화물열차	단위	남	북	왕복평균
길이	m	630	630	630
기관차 수	n	1	1	1
기관차	ton	78	78	78
화차	ton	22	22	22
화차	ton	30	30	30
화차 적재용량	ton	60	60	60
최대 총 중량	ton	2,058	2,058	2,058
화물 적재용량	ton	1,320	1,320	1,320
공차 총 중량	ton	738	738	738
하중 계수	%	100	60	80
화물 중량	ton	1,320	792	1,056
총 중량	ton	2,058	1,530	1,794
전력 배전 손실	%	10%	10%	10%
배전 손실을 포함한 차량 km(vkm)당 측정된 전력 소비량	kWh/km	27	23	25
CO ₂ wtw 유럽 평균	g/kWh	322	322	322
배전 손실을 포함한 net-t km당 전력 소비량	kWh/vkm	0.021	0.030	0.024
온실가스 (CO ₂ / 차량 km)	g/vkm	8,765	7,557	8,183
거리	km	400	400	
온실가스 배출량 wtw	kg	3,506	3,023	
운송 활동				
온실가스(CO ₂ wtw / tkm)	g/tkm	6.64	9.53	7.75

화주의 관점에서:

화물중량	tonne	50
거리	km	400
운송 활동	tkm	20,000
배출계수	g/tkm	7.75
온실가스 (CO ₂ e wtw)	kg	155

* GaBi는 현재 "제품 지속가능성 솔루션 소프트웨어"로 명칭을 변경했습니다.


예시 2: 미국의 디젤 복합운송 철도 운영

이 방법은 사용률을 평균 70%로 가정하고, 동시에 간 왕복 운행에 사용합니다. 이 데이터를 사용하는 화주는 운송 비효율성을 고려한 평균 배출 계수를 사용해야 합니다.

철도 운영업체 관점의 배출량:

표 7
미국 디젤 철도 운송의 계산

디젤 복합운송철도	단위	동	서	왕복평균	비고
허용된 길이	ft	6,000	10,000	15,000	상세 정보
기관차 길이	ft	76	76	76	상세 정보
기관차 수	n	3	4	6	상세 정보
총 화차 길이	ft	5,772	9,696	14,544	
화차 길이	ft	53	53	53	
화차 사용률	%	80	80	80	
화차 수	n	109	183	274	
화차 당 TEU 수	n	4	4	4	40ft 더블 스택으로 가정함
총 TEU 수	n	436	732	1098	
화차 공차 중량	ton	30	30	30	
TEU 공차 중량	ton	4	4	4	
기관차 중량	ton	645	860	1,290	상세 정보
총 공차 중량	ton	3,928	6,364	9,538	
TEU 적재 중량	ton	29	29	29	
하중 계수	%	70	70	70	상세 정보
총 화물 중량	ton	8,843	14,855	22,283	
열차 총 중량	ton	12,771	21,219	31,821	
연료 소비량	gal/m	12.78	21.24	31.85	Efficiency of 999, 1 tm/gal, 2020년 R1 데이터 기준
온실가스 wtw	g/gal	11,898	11,898	378,940	
온실가스 wtw	g/m	152,087	252,690	378,940	
온실가스 wtw	g/tm	17.2	17.0	17.0	
에너지	MJ/m	1,744	2,897	4,345	
에너지	MJ/tm	0.20	0.20	0.19	
에너지	kWh/tm	0.05	0.05	0.05	

화주의 관점에서:

화물 중량	ton	50
거리	m	2,672
운송 활동	tm	133,595
배출 계수	g/tm	17.0
온실가스 (CO ₂ e wtw)	kg	2,273



3. 항공 운송 온실가스 배출량 계산

항공 화물 운송의 가장 중요한 계산 방법은 섹션 1, Chapter 4, 운송 수단 고려 사항에서 다루고 있습니다.

- 간단히 요약하면,
 - 이 범위에 포함하는 활동은 지상 이동(taxiing)부터 시작해 화물을 필요한 상태로 유지하기 위한 활동까지, 항공기 운항에 필요한 모든 연료 사용 및 기타 온실가스 배출 활동입니다(신선식품 및/또는 공조용 냉매 사용 포함).
 - 공항 터미널이나 창고에서 화물을 처리하면서 발생하는 배출량은 적절한 물류 허브 운영 카테고리(HOC)에 대한 정의 및 사용을 통해 계산에 포함합니다. 특정 운송망에서의 물류 허브 활동에 대한 배출량 계산은 각 HOC의 배출 강도를 해당 운송망의 각 물류 허브의 처리량에 적용해야 합니다.
 - 승객과 화물에 대한 배출량 할당은 중량만을 기준으로 해야 합니다. 승객 중량은 실제 승객 중량과 승객 수하물 중량을 합한 것이며, 1차 데이터가 없는 경우 기본 중량 100kg이 적용됩니다. 화물 중량은 ISO 14083의 위탁 중량 및 적재 장치 정의에 따라 적재 장치를 제외한 중량입니다.

- TCE 계산을 각 구간의 대권 거리(GCD)가 아닌 실제 비행 거리를 사용해 배출 강도를 상향식으로 하는 경우, 계산 과정으로 거리 조정 계수(DAF) 95km를 적용해야 합니다.

3.1 1차 데이터를 기초로 한 계산

항공기 이동에 대한 기록은 엄격하게 관리되기 때문에 항공운송 제공업체는 언제나 1차 데이터를 확보할 수 있습니다. 따라서 항공사는 모든 항공편의 연간 배출량을 합산하기만 하면 기업의 탄소 발자국을 계산할 수 있습니다.

항공 고객의 경우 상황이 무척 다릅니다. Scope 3 탄소 발자국을 계산하려면 (포워더와 화주) 운송 구간(TCE)에 대한 배출량을 계산합니다. 이러한 계산은 고객이 합리적인 결정을 내릴 수 있도록 하는 TOC 선택을 기초로 해야 합니다.

고객이 특정 경로(공항 간)에서 화석 연료인 케로신 대신 (SAF)로 대체하고자 하는 경우, 세분화된 공항 간 배출 데이터를 받아야 합니다. 즉, 최소한 여름과 겨울 스케줄 동안 해당 공항 간에 운항하는 항공기들의 평균 배출량을 확보해야 합니다.

케로신을 SAF로 대체해 계산하려면 방향과 계절에 구애받지 않는 수준으로 집계해야 합니다. 왜냐하면 ISO 14083에 맞는 계산 방법에서는 방향의 영향을 균형 있게 반영

해야 하기 때문입니다. 예를 들어, 프랑크푸르트에서 뉴욕 노선과 같이 특정 노선의 배출량은 항공기가 제트 기류의 방향(순방향 또는 역방향)이나 실제 비행한 계절의 영향에 따라 달라지지 않아야 고객에게 일관성을 보장할 수 있습니다.

또한 여름과 겨울의 비행조건을 별도로 계산하지 않는 등 계절 데이터를 분리하지 않는 것이 좋습니다.

- 고객이 자체 연도별 탄소 감축 목표를 수립한 경우, 항로별 특성을 반영하고 항공사의 운영이나 항공기 관련 개선 사항에 민감하게 반응하는 동시에, 기상 조건이나 일시적인 운행 제한과 같이 항공사가 통제할 수 없거나 운송 패턴에 영향을 미치지 않는 조건에는 민감하게 반응하지 않는 확실하고 평준화된 배출량 보고서를 받아야 합니다.

주: 팬데믹이나 전쟁 상황을 '일시적인 것'으로 인정할지 여부는 업계의 결정에 달려 있습니다. 만약 업계가 중장기적으로 기후 목표를 달성하지 못할 위험성이 있는 경우에는 '일시적인 것'으로 간주하지 않아야 합니다.

가장 이상적인 집계 수준은 1년 동안 각 노선(공항 간)에서 운항된 항공기의 구성에 대해 집계하는 것입니다.

적용해야 하는 최대 집계 TOC는 거리 클러스터(장거리 및 단거리)에 따른 항공기 유형의 온실가스 활동을 기초로 하는 것을 권장하며, 여객기와 화물기로 구분하거나, 구분할 수 없거나 알 수 없는 경우에는 결합하여 적용해야 합니다. 하지만 결합한 경우 두 항공기 유형의 운송 활동(RTK/tkm) 비율을 명시해야 합니다. 예를 들어, 화물칸에 실린 여객기의 RTK는 XX%, 화물기의 RTK는 YY% 같은 식으로 표시해야 합니다. 이런 정보가 없는 경우, 합리적인 가정을 해야 하며, 해당 가정 내용을 보고서에 투명하게 공개해야 합니다.

계산 예시

하나의 TOC가 서로 다른 항공기 유형으로 구성되어 1년간 운영되며 여객과 화물 칸으로 화물을 함께 운송하는 경우, 섹션 3 모듈 2의 표 1에서 승객 환산 수치(peq)로 표시된 TOC를 운송 활동으로 계산하는 예시입니다.

여기서 사용된 환산 기준은 승객과 수하물 당 100kg이며, 따라서 화물 1톤은 10 peq와 같습니다.

이 예시에서는 평균 1000km를 운행하는 400편의 항공편이라고 가정합니다.

총 운송 활동의 비율은 TOC 내에서 여객과 화물 간의 온실가스 배출량 비율을 나타냅니다.



표 8
화물을 적재한 여객기의 TOC를 사용한 온실가스 배출 비율 계산 예시

범주	단위	항공기의 평균 수용 능력	평균 탑승률(또는 적재율)(%)	운송 활동 (unit-km)	단위 당 중량(톤)	운송 활동 (tkm)	범주별 운송 활동 비율
여객	여객	180	80%	57,600,000	0.1	5,760,000	80%
화물	톤	5	70%	1,400,000	1	1,400,000	20%
계	peq	230	77.8%	71,600,000	0.1	7,160,000	100%

이러한 TOC 내에서 평균 1,000km 비행 시 보고된 주요 항공 연료 소비량이 7,000kg인 경우, 화물 275kg에 대한 계산식은 다음과 같습니다.

$$\text{에너지 공급(WTT) TOC 온실가스 배출 강도} = 400 \times 7,000 \times 0.84 / 7,160,000 = 0.328 \text{ kg CO}_2\text{e / tkm}$$

$$\text{운영(TTW) TOC 온실가스 배출 강도} = 400 \times 7,000 \times 3.18 / 7,160,000 = 1.244 \text{ kg CO}_2\text{e / tkm}$$

$$\text{총(WTW) TOC 온실가스 배출 강도} = 400 \times 7,000 \times 4.02 / 7,160,000 = 1.572 \text{ kg CO}_2\text{e / tkm}$$

TCE 계산:

$$\text{운송 활동} = 0.275 \times 1000 = 275 \text{ tkm}$$

$$\text{에너지 공급(WTT) 온실가스 배출량} = 275 \times 0.328 = 90.2 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$\text{운영(TTW) 온실가스 배출량} = 275 \times 1.244 = 342.1 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

$$\text{총(WTW) 온실가스 배출량} = 275 \times 1.572 = 432.3 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

3.2 2차 데이터를 기초로 한 계산 방법

특히 항공 분야에서는 비행 기록을 상세하기 기록해야 하기 때문에 기본 데이터를 사용하는 것은 피해야 합니다. 1차 데이터를 확보할 수 없는 경우에 사용할 수 있도록 제한적이긴 하지만 모듈 2에서 항공 운송 TOC에 대한 기본 배출 강도를 제시하고 있습니다.

이 값들은 일반적인 산업 여건을 대표하는 구체적인 가정을 기초로 하지만, 주요 핵심 요소들의 변동성이 크기 때문에 특정 항공편의 실제 배출강도와는 크게 차이가 날 수 있습니다. 기본값에서는 +/- 50%의 편차가 날 수 있는데, 기본 배출 강도가 800 g CO₂e/tkm인 경우 실제 값은 400 g/tkm에서 최대 1,200 g/tkm까지 달라질 수 있습니다.

항공 화물 배출량이 고객(화주)의 탄소 발자국에서 아주 작은 부분만을 차지하는 경우가 아니라면, 1차 데이터가 없는 경우 최소한 아래 사항을 포함한 상향식 계산 방식으로 배출량을 모델링하는 것이 권장됩니다.

- 예정된 경로, 모든 환적 공항을 포함. (기술 착륙은 모델에 포함할 필요가 없습니다. 연료 소비량이 증가하지만, 항공기에 적재되는 연료량을 줄여 전체적으로 그 효과가 상쇄됩니다.)
- 모든 경로에서 일정 기간 동안 예정된 항공기의 구성(특정 슬롯에서의 실제 항공기 운항과 차이가 날 수 있는 가능성)을 포함)



- 관련된 모든 항공기 종류별로 모델링된 연료 소비량, 즉 엔진 종류와 관련된 연료 소비량(제조사 데이터를 투명하게 활용하거나 광범위한 1차 데이터 셋을 평가한 것과 그러한 계산 방식을 모두 포함함)
- 예정된 기간 동안 항공기 종류별 입계 평균 적재량(여객기와 화물기를 최소한으로 구분한 평균값)과 1년 간의 평균 배출량으로 계산한 값

추가적으로 포함되는 매개변수는 다음과 같습니다.

- 항공기의 유형별 좌석 및 화물칸 용량과 관련된 적재 용량
- 항공기 실제 운영에 대한 정보, 즉 실제 운항 경로(예정 일정과 다를 수 있음)

주: 항공기 종류와 탑승(적재)율, 연료 소비, 경로 특성 등 온실가스 활동과 관련된 모든 매개변수는 방향과 계절에 구애받지 않도록 모델링 및 집계해야 합니다. 즉, 경로의 양방향과 여름/겨울 일정에 걸쳐 균등하게 반영해야 하며, 동일한 항공기 구성으로 같은 공항 간에 운항하는 경우, 시간대나 방향(FRA-NYC vs. NYC-FRA)에 따라 다른 계산 결과를 고객과 Scope 3 보고 기관에 보고해서는 안됩니다.

3.3 연료 사용 외의 온실가스 활동 계산

연료 소비 외에도 냉매 사용과 같은 기타 온실가스 활동도 고려해야 합니다.

- 1차 데이터를 사용할 경우, 항공사는 항공기 에어컨으로 인한 평균 배출량을 톤·킬로미터당 배출 강도에 추가해야 합니다. 여객기와 화물기 간에 또는 거리 범주별로 냉매 사용량 차이가 큰 경우, 이 배출량은 관련 TOC 즉, 최종 사용량에 비례해 배분해야 합니다.
- 모델링을 할 때 1차 데이터가 없는 경우 특정 입력 매개변수에 대한 산업 평균값을 적용할 수 있으며, 이 경우 그 출처와 문헌을 명시해야 합니다. 이 값은 tkm 당 또는 화물 중량(kg) 당 추가된 온실가스를 적용하며 별도로 표기해야 합니다.
- 생선이나 꽂처럼 온도 조절이 필요한 부패성 화물의 경우, 사용 냉매를 별도로 추적하고 그 배출량을 해당 화물에 배분해야 합니다.

주: 아이스백이나 이와 유사한 물품과 같이 화물과 관련된 추가 화물이 있는 경우, 이 물품들로 인한 추가 중량을 화물 중량(연료 소비량과 연료 관련 배출량이 증가)과 별도로 계산해야 합니다. 예를 들어, 1톤의 생선에 500kg의 얼음이 필요한 경우 총 중량은 1.5톤이 됩니다. 또한, 얼음 상태 유지에 사용한 에너지 양도 계산에 포함해야 합니다.

4. 해상 운송의 온실가스 배출량 계산

해상 운송에는 다양한 선박(벌크선, 컨테이너선, RoRo와 RoPax 페리, 일반 페리 등)이 사용되므로, 특히 화물 종류에 따라 배분 방식이 다양할 수 있습니다. 따라서 서비스 유형에 맞는 방법론을 적용하는 것이 중요합니다.

4.1 컨테이너 운송

특히 글로벌 해상 운송에서 중요하게 다뤄지는 것이 컨테이너선입니다. 관련 방법론은 CCWG(현재는 Clean Cargo)가 오랜 기간 개발하고 또 개정을 거쳤습니다 (Chapter 2.3장 참조). Clean Cargo는 세계 컨테이너 운송의 85%를 대표합니다.

Clean Cargo 회원이 아닌 경우, 모든 보고 선사의 연간 노선별 평균값이 제시됩니다 (섹션 3, 모듈 2 참조). 이 값을 사용하는 경우 배출 강도가 업계 평균 적재율의 70%이며, 서로 다른 수의 항구를 포함한 개별 무역로 기반의 서비스가 혼합된 것이라는 점을 감안해야 합니다. 이 값은 항구 간 운송에 적용할 수 있습니다. 컨테이너 운송의 최종 사용자와 관련된 요인은 CCWG 방법론에서 제시하는 단계에 따라 계산하며 현재는 더 세분화된 TOC로 향상되었습니다.

현재는 사용자가 알고 있는 출발지와 도착지 정보에 3가지 수준의 정보(TOC 집계)가 제공되고 있습니다(섹션 3 모듈 2의 표 16 및 17 참조).

- CCWG의 전 산업 평균
- 주요 무역로 그룹에 대한 5개의 집계 데이터 세트(아래 그림 참조)는 각 그룹에 포함된 세부 무역 항로에서 운항을 가중 평균한 값을 기초로 함.
- CCWG의 무역 항로 전체 세트
이 요소로는 정교한 툴에 비해 상세한 계산을 하기 어려울 수 있습니다. 하지만 이 방법은 Clean Cargo 회원사들이 널리 활용하고 또 계속 개선되고 있으므로, 운송망의 다양한 이해관계자 간에 일관성 있는 계산을 할 수 있기 때문에 이 요소를 적용하는 것을 권장합니다.

서비스 구매자(포워더, 화주)가 사용 가능한 TOC 강도 요소를 적용하지 않는 경우, SFC가 인정한 배출량 계산 툴을 사용할 수 있습니다.

원래의 배출 강도는 실제 거리를 기초로 하므로, 사용자는 실제 거리와 최단 가능 거리의 차이를 조정하기 위해 거리 조정 계수(DAF) 15%를 적용해야 합니다. 그러나 섹션 3 모듈 2의 표 16과 17에 나와 있는 최종 사용자 요소는 이미 반영되었으므로 사용자는 계획된 거리를 직접 적용할 수 있습니다.



예시:

화주는 함부르크에서 상하이까지 20ft 컨테이너(TEU) 10개를 운송합니다. 이 경우, 아시아와 북유럽 간 무역 항로에 대한 최종 사용자 배출 강도 값인 49.9 g CO₂e/TEU-km를 적용할 수 있습니다. 해상 경로 툴을 통해 확인하면 항구 간 거리는 21,000km입니다. 이 10개의 TEU에 대한 총 배출량은 다음과 같이 계산합니다.

$$\begin{aligned} & 10 \text{ TEU} \times 21,000 \text{ km} \times 49.9 \text{ g CO}_2\text{e/TEU-} \\ & \text{km} \\ & = 10.48 \text{ ton CO}_2\text{e.} \end{aligned}$$

컨테이너 10개 중 5개가 냉동 컨테이너인 경우, 해당 항로에서의 운송 배출 강도인 128.7 g CO₂e/TEU-km를 적용해야 합니다. 따라서 5 TEU × 21,000 km × 128.7 g/TEU-km = 13.51 톤 CO₂e가 됩니다.

4.2 1차 데이터의 사용

Clean Cargo는 회원사 등급에 따라 1차 데이터를 기초로 한 다양한 TOC 수준의 배출강도 정보를 제공합니다. 집계 수준이 가장 높은 정보는 Clean Cargo 내 모든 운송사를 대상으로 한 무역 항로별 배출 강도 정보입니다. 이 데이터는 Scope 3 해상 컨테이너 운송 배출량을 계산하고 보고해야 하는 기업들을 위해 설계되었으며, 매년 공개되고 있습니다.

선사가 1차 데이터로 입력 배출 강도를 계산할 때 직면하는 문제는 다음과 같습니다.

- TCE 기반 서비스 구간 내에서 선적항과 하역항 간의 거리
- TCE당 실제 컨테이너 적재량(공컨테이너 제외)

- 관련 TOC의 식별 및 그 특성
- TEU-km 단위로 정량화된 TOC의 총 운송 활동
- TOC 식별을 위한 적재된 냉동 컨테이너의 비율(즉, 두 항구 간의 냉동 슬롯 적재용량에 대한 사용량)
- TOC 식별을 위한 연료 종류별 실제 연료 소비량
- TOC 식별을 위한 보조 엔진의 에너지 소비량
- 각 항구 정박 기간 동안의 육상 전력 에너지 소비량 – 이는 온실가스 배출량으로 변환되어 TOC의 총 배출량에 추가되어야 함
- TOC와 관련된 각 선박의 냉매 사용량

배출 강도는 TEU-km 단위 뿐만 아니라 tkm 단위로도 생성되어야 하며(실제 TEU 적재율 또는 TEU당 10톤의 표준 변환값을 사용하여 계산), 경량 화물의 경우 6톤, 중량 화물의 경우 14.5톤의 값을 사용할 수도 있습니다. 다만, 이 값을 사용하는 것이 타당한 경우에만 사용할 수 있습니다.

이러한 데이터로 유용한 집계 결과를 도출할 수 있습니다. 선사는 이 데이터를 모두 활용할 수 있지만 동일한 시스템에 통합해서는 안 됩니다:

- 항구 간의 모든 배출량에는 정박 기간의 배출량이 포함되고, 선박의 전체 왕복 노선을 기준으로 g/TEU-km 및 g/tkm 단위의 배출 강도로 집계할 수 있으며, 여기서 도출된 값은 해당 왕복 구간 내의 모든 항구에 적용됩니다.
- 엔진 설계(연료 종류)와 크기 등급이 크게 차이 나지 않는 경우 여러 선박들의 배출량을 서비스 수준별로 집계할 수 있습니다.

어떤 경우이든, 선사는 ISO 14083에 완전히 부합하는 TOC 및 TCE 기반의 1차 데이터를 제공해야 합니다.

4.3 2차 데이터(모델링된 데이터) 사용

해양 운송 데이터를 다양한 수준으로 상세하게 모델링하는 도구는 많습니다. GPS로 선박을 추적하고, 엔진 출력, 측정된 흘수에 따른 적재율 및 연료의 종류별 구성에 대한 자세한 정보를 제공하는 도구부터, 거리, 선박 크기와 적재율, 연료의 종류별 구성 등에 대한 평균 매개변수를 적용하는 계산기까지 다양합니다. 세분화 수준이 서로 다른 툴로 산출한 계산 결과는 자세히 검토하여 비교 가능성을 확보해야 합니다.

모델링을 할 때는 ISO 14083 원칙에 부합하는 TOC 집합을 사용해야 합니다. TOC의 배출 강도 계산에 사용되는 거리는 SFD를 사용해야 하며, SFD를 사용할 수 없는 경우 적절한 DAF를 사용하여 TCE 운송 활동을 조정해야 합니다. 공선 항해도 TOC 계산에 모두 포함해야 합니다. 가장 세밀한 모델링 접근 방식을 사용하는 것은 좋지만, 이러한 조건을 위배될 가능성이 높습니다. 따라서 Scope 3 계산에서는 기상 조건, 항구 혼잡 등으로 인한 우회 항로의 일부를 제외하게 되어 ISO 14083의 핵심 원칙을 위반하게 됩니다(특히 탄소 가격과 해상 운송용 화석 연료를 친환경 연료로 대체하는데 소요되는 투자 비용이 크다는 점을 감안할 때 Scope 3 배출 기업은 책임져야 할 현실적인 배출량을 도출하는 것이 중요합니다).



4.4 벌크 해상운송

벌크 해상 운송, 특히 단기 용선은 ISO 14083에서 TOC를 정의할 때 왕복 운송을 필수 사항으로 정하지 않은 제한적인 예외 운송 중 하나입니다. 하지만 이 경우에도 TOC에 대한 의미상 관련된 선행 공선 운행(ballast leg) 구간이 있다면, 그에 따른 배출량도 포함시켜야 합니다(선박 용선의 경우 배출량을 줄이는 방법으로 계약 이행을 위해 발라스트 구간이 필요한 선박을 용선하지 않는 방법이 있습니다.)

예시:

아래 예시는 다음과 같은 가상 시나리오로 구성한 것입니다.

해운회사가 아시아에서 남아메리카로 항해하기 위해 벌크 선박을 용선하고, 남아메리카의 다른 지역에서 아시아로 화물을 운송하려는 두 고객에게 선복을 재용선합니다.

이 경우 용선자는 고객과 합의하여 TOC를 단일 운송으로 정의합니다. 운송망은 아래 요소들로 구성됩니다(표 9 참조).

TOC는 TCE 1, 3, 5, 7의 합으로 정의되며, TOC에 대한 배출량과 강도를 계산해 각 TCE에 적용해야 합니다. 각 물류 허브에서의 적재 및 하역 활동과 배출량은 각 물류 허브와 관련된 HOC로 계산합니다.

이 가상의 예시에서 용선자는 운송 TCE에 대한 1차 데이터를 이용할 수 있지만, 물류 허브 운영업체가 아직 배출량을 계산하고 보고하지 않았기 때문에 물류 허브 TCE에 대해서는 기본 데이터를 사용해야 합니다.

TOC 계산의 전개

용선자가 알고 있는 운영 특성은 표 10에 나와 있습니다. 화주 A의 화물은 먼저 B 위치에서 적재되어 D 위치까지 이동합니다. 화주 B의 화물은 C 위치에서 적재되어 E 위치까지 이동합니다.

표 9
벌크 해상 운송의 운송망 요소 예시

위치	구간 설명	위치	구간 설명	위치	구간 설명	위치	구간 설명	위치
A (아시아)	A > B	B (남미)	B > C	C (남미)	C > D	D (아시아)	D > E	E (아시아)
TCE 1	TCE 2	TCE 3	TCE 4	TCE 5	TCE 6	TCE 7	TCE 8	
공선 구간	물류 허브 (선적)	적재 구간1	물류 허브 (선적)	적재 구간2	물류 허브 (하역)	적재 구간3	물류 허브 (하역)	

표 10
벌크 해상 용선 운송 TCE의 특성 예시

	TCE1	TCE3	TCE5	TCE7	계
연료(VLSFO) 소비량 (T)	381.27	83.75	780.20	82.26	계
연료(MGO) 소비량 (T)	1.02	0.36	15.40	3.10	계
거리(km)	7565	1458	11844	1432	계
총 중량(T)	0	39,369	56,855	17,486	계
총 운송활동(tkm)	0	57,400,002	673,390,620	25,039,952	계
화주 A의 화물(T)	0	39,369	39,369	0	계
화주 A의 운송활동(tkm)	0	57,400,002	466,286,436	0	계
화주 B의 화물(T)			17,486	17,486	계
화주 B의 운송활동(tkm)	0	0	207,104,184	25,039,952	계



TOC 배출량은 다음과 같이 사용된 각 연료의 총량을 기초로 합니다.

초저황유(VLSFO)

- 에너지 생산 온실가스 배출량: $1327.48 \times 1000 \times 0.56 = 743,389 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 운영 온실가스 배출량: $1327.48 \times 1000 \times 3.23 = 4,287,760 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 총 온실가스 배출량: $1327.48 \times 1000 \times 3.79 = 5,031,149 \text{ kg CO}_2\text{e}$

선박용 경유 (MGO)

- 에너지 생산 온실가스 배출량: $19.88 \times 1000 \times 0.55 = 10,934 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 운영 온실가스 배출량: $19.88 \times 1000 \times 3.22 = 64,014 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 총 온실가스 배출량: $19.88 \times 1000 \times 3.77 = 74,948 \text{ kg CO}_2\text{e}$

VLSFO와 MGO의 배출 계수는 북미 지역용 모듈 1에서 인용했습니다.

- TOC 에너지 생산 총 온실가스 배출량: $743,389 + 10,934 = 754,323 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- TOC 운영 총 온실가스 배출량: $4,287,760 + 64,014 = 4,351,774 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- TOC 총 온실가스 배출량: $4,351,774 + 754,323 = 5,106,097 \text{ kg CO}_2\text{e}$

온실가스 배출 강도 = 총 온실가스 배출량 ÷ 총 운송 활동

- TOC 에너지 생산 온실가스 배출 강도: $754,323 / 755,830,574 = 0.00100 \text{ kg CO}_2\text{e / tkm}$
- TOC 운영 온실가스 배출 강도: $4,351,774 / 755,830,574 = 0.00576 \text{ kg CO}_2\text{e / tkm}$
- TOC 전체 온실가스 배출 강도: $5,106,097 / 755,830,574 = 0.00676 \text{ kg CO}_2\text{e / tkm}$

HOC 특성

용선자는 물류 허브 운영에 대해 기본 데이터를 사용해야 하며, 모든 물류 허브가 일반적인 벌크 터미널로 간주되기 때문에, 기본값으로 $0.6 \text{ kg CO}_2\text{e / t}$ 을 사용합니다.

화주 A의 전체 운송망 계산

이 계산은 화주 A의 화물이 운송되거나 처리된 TCE(즉, 선적된 TCE 2와 하역된 TCE 6)에 적용됩니다.

표 11
벌크 해상 용선 운송의 TCE 특성 예시

	TCE1	TCE 2	TCE 3	TCE 4	TCE 5	TCE 6	TCE 7	TCE 8
TOC 활동		0	57,400,002		466,286,436		0	
HOC 활동		39,369		0		39,369		0
에너지 생산 온실가스 강도(kg CO ₂ e / tkm)	0.0010	0	0.0010	0	0.0010	0	0.0010	0
에너지 생산 온실가스강도 (kg CO ₂ e)	0	0	57,285	0	465,356	0	0	0
온실가스 운영 강도 (kg CO ₂ e / tkm)	0.00576	0.6	0.00576	0.6	0.00576	1.6	0.00576	0.6
온실가스 운영 강도 (kg CO ₂ e)	0	23,621	330,487	0	2,684,693	23,621	0	0
전체 온실가스 강도 (kg CO ₂ e / tkm)	0.00676	0.6	0.00676	0.6	0.00676	0.6	0.00676	1.2
온실가스 총 강도 (kg CO ₂ e)	0	23,621	387,772	0	3,150,049	23,621	0	0

주: TCE 1 즉, 공선 운행 구간의 온실가스 배출량은 0입니다. 이 구간의 실제 배출량은 운송망의 나머지 전체의 운송 활동으로 재분배되기 때문입니다.

화주 A의 운송망에 대한 총 온실가스 배출량은 각 TCE의 온실가스 배출량의 합입니다.

즉,

- TCE 에너지 생산 총 온실가스 배출량: $522,642 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- TCE 운영 총 온실가스 배출량: $3,062,422 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- TCE 총 온실가스 배출량: $3,585,064 \text{ kg CO}_2\text{e}$

화주 A의 운송망에 대한 전체 온실가스 배출 강도는 총 온실가스 배출량을 총 운송 활동으로 나누어 계산합니다.

$$3,585,064 / 523,686,438 = 0.00685 \text{ kg CO}_2\text{e / tkm}$$



4.5 RoPax 페리 운송

RoPax 페리 선사는 일정 기간 동안 페리 운항으로 발생한 화물 운송 부문의 온실가스 배출량을 계산해 보고하고자 합니다.

예시:

해당 기간 동안 페리선사는 120km의 정기 항로를 이동하며 4000톤의 VLSFO를 사용했습니다.

- 에너지 생산 배출량: $4000 \times 1000 \times 0.56 = 2,240,000 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 운영 배출량: $4000 \times 1000 \times 3.23 = 12,920,000 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 총 배출량: $4000 \times 1000 \times 3.79 = 15,160,000 \text{ kg CO}_2\text{e}$

VLSFO의 배출 계수는 북미 지역용 모듈 1에서 인용했습니다.

페리의 사용을 관찰한 결과 데이터는 표 12와 같습니다.

표 12
RoPax 페리의 다양한 운송 활동 예시

	양	승객 equivalents	총 peq	운송 활동률(%)
승객 & 수하물	478500	1	478500	37.5
승용차	90000	1.3	117000	9.2
버스	1000	10	10000	0.8
카라반(소형)	500	1.1	550	0.0
카라반(중형)	500	2.3	1150	0.1
카라반(대형)	500	3.5	1750	0.1
오토바이	1000	0.3	300	0.0
무인 대형 화물차 트레일러	4000	14	56000	4.4
대형 화물차(HGV)	34000	18	612000	47.9
합계			1277250	100

온실가스 배출량 비율을 계산하여 화물 구성 요소를 세분화하면 다음과 같습니다.

무인 대형 화물차(HGV) 트레일러:

- 에너지 생산 온실가스 배출량: $0.044 \times 2,240,000 = 98,211 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 운영 온실가스 배출량: $0.044 \times 12,920,000 = 566,467 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 총 온실가스 배출량: $0.044 \times 15,160,000 = 664,678 \text{ kg CO}_2\text{e}$

대형 화물차(HGVs):

- 에너지 생산 온실가스 배출량: $0.479 \times 2,240,000 = 1,073,306 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 운영 온실가스 배출량: $0.479 \times 12,920,000 = 6,190,675 \text{ kg CO}_2\text{e}$
- 총 온실가스 배출량: $0.479 \times 15,160,000 = 7,263,981 \text{ kg CO}_2\text{e}$

일반적인 대형 화물차(HGV)의 평균 중량을 29.6톤으로 가정할 때, 공차 상태의 중량은 14톤이고 적재 화물의 중량은 15.6톤입니다. 적재된 대형 화물차(HGV)와 그 화물에 대한 온실가스 배출 강도는 다음과 같습니다:

적재된 대형 화물차(HGV)의 온실가스 배출 강도:

- 에너지 생산 온실가스 배출 강도: $1,073,306 / (34,000 \times 120 \times 29.6) = 0.0089 \text{ kg CO}_2\text{e/tkm}$
- 운영 온실가스 배출 강도: $6,190,675 / (34,000 \times 120 \times 29.6) = 0.0513 \text{ kg CO}_2\text{e/tkm}$
- 총 온실가스 배출 강도: $7,263,981 / (34,000 \times 120 \times 29.6) = 0.0601 \text{ kg CO}_2\text{e/tkm}$

대형 화물차(HGV)의 화물에 대한 온실가스 배출 강도:

- 에너지 생산 온실가스 배출 강도: $1,073,306 / (34,000 \times 120 \times 15.6) = 0.0169 \text{ kg CO}_2\text{e/tkm}$
- 운영 온실가스 배출 강도: $6,190,675 / (34,000 \times 120 \times 15.6) = 0.0973 \text{ kg CO}_2\text{e/tkm}$
- 총 온실가스 배출 강도: $7,263,981 / (34,000 \times 120 \times 15.6) = 0.1141 \text{ kg CO}_2\text{e/tkm}$



표 13
물류 허브 계산에서 사용된 배출 계수 예시

에너지(지역)	TTW (HEO)	WTT (HEEP)	합계	출처
전기(독일)	-	0.49 kg CO ₂ e/kWh	0.49 kg CO ₂ e/kWh	EcoTransIT World ²⁴
디젤(유럽)	2.64 kg CO ₂ e/l	0.8 kg CO ₂ e/l	3.44 kg CO ₂ e/l	ecoinvent 3.9.1 cut-off
디젤, 5% 바이오 디젤 혼합(유럽)	2.51 kg CO ₂ e/l	0.82 kg CO ₂ e/l	3.32 kg CO ₂ e/l	Own calculation based on ecoinvent 3.9.1 cut-off and ETW 2022 EU Mix, amended
천연 가스 (유럽)	0.21 kg CO ₂ e/kWh	0.08 kg CO ₂ e/kWh	0.29 kg CO ₂ e/kWh	ecoinvent 3.9.1 cut-off

5. 물류 허브 운영으로 인한 온실가스 배출 계산

물류 허브 운영은 주로 운송망 요소들 간의 전후 또는 그 사이에 화물이 하나의 차량이나 운송 수단에서 다른 운송수단으로 옮겨질 때 발생합니다. HOC의 총 온실가스 배출량은 물류 허브 장비 운영(TTW 또는 HEO)과 이와 관련된 물류 허브 장비 에너지 공급(WTT 또는 HEEP) 배출량의 합으로 계산합니다.

다음의 계산 예시들은 기본적인 사용 사례를 바탕으로 하며, 관련된 온실가스 활동 데이터(전기 사용량, 연료 소비량 등)를 사용할 수 있다고 가정하여 평균 배출 강도를 계산한 것입니다.

예시에서는 두 가지 다른 시나리오로 계산합니다.

- 물류 허브 1개와 평균 배출 강도 값이 1개인 HOC
- 물류 허브 1개와 배출 강도 값이 2개인 HOC

(관련된 모든 1차 데이터를 항상 확보할 수 없다는 점은 알고 있습니다. 온실가스 배출 강도를 계산할 수 없는 경우, 물류 허브 운영에 대한 배출량을 대략적으로 추정하기 위해 물류 허브에 대한 기본값을 사용하는 것을 권장합니다(모듈 2 참조)).

표 13은 우리가 예시에서 사용한 배출 계수에 대한 개요를 보여줍니다.

5.1 화물 운송 물류 허브 - 물류 허브 1개와 평균 배출 강도 값이 1개인 HOC

이 예시는 독일의 한 컨테이너 터미널을 참조로 한 것이며, 여기서는 일반 및 냉동 컨테이너를 취급합니다. 연간 물류 허브 총 활동량(4,250,000 톤)만 알려져 있습니다. 따라서 하나의 평균 배출 계수를 도출할 수 있습니다.

먼저 컨테이너 취급, 일반 공정, 냉동 스테이션으로 인해 발생한 총 온실가스 배출량을 계산합니다. 그런 다음 물류 허브 운영에 대한 평균 온실가스 배출 강도 값을 계산합니다.

표 14
데이터 예시: 물류 허브 1개와 평균 배출 강도 값이 1개인 HOC

배출 원인	온실가스 활동 데이터	활동 당 온실가스 배출량
컨테이너 취급	전기 디젤 5% 바이오 디젤 혼합	1,100,000 kWh 542,520 kg CO ₂ e 75,000 l 257,990 kg CO ₂ e 30,000 l 99,734 kg CO ₂ e
일반 프로세스	천연가스 전기	32,000 kWh 9,319 kg CO ₂ e 160,000 kWh 78,912 kg CO ₂ e
냉동 스테이션	전기	150,000 kWh 73,980 kg CO ₂ e
HOC의 총 온실가스 배출량		1,062,455 kg CO₂e

간략하게 설명하기 위해, 이 예시에서는 온실가스 활동 데이터와 총 온실가스 배출 계수의 곱셈값만을 보여줍니다. 하지만, 더 세부적으로 분석하려면 HOC (TTW)와 HEEP (WTT)의 특정 배출 계수도 사용할 수 있습니다.

HOC의 총 온실가스 배출량을 연간 총 물류 허브 활동량으로 나누면, 물류 허브 운영에 대한 평균 온실가스 배출 강도 값이 산출됩니다.

평균 온실가스 배출 강도 값: $1,062,455 \text{ kg CO}_2\text{e} / 4,250,000 \text{ t} = 0.25 \text{ CO}_2\text{e/t}$

상세한 데이터가 부족해, 물류 허브 활동을 더 세분화하는 것은 불가능합니다. 따라서, 이 평균 배출 강도 값을 사용하는 경우, 일반 화물의 배출량은 다소 과대평가되고, 냉동 화물의 배출량은 과소평가됩니다. 이 경우에는 보다 상세한 데이터를 수집해 다양한 물류 허브 운영 활동에 따른 온실가스 배출을 더 차별화하여 분석할 수 있도록 지원하는 것이 바람직합니다.

그럼에도 불구하고, 여기서 구한 HOC 온실가스 배출 강도 계수는 활용 가능한 1차 데이터를 기초로 한 근사값이므로 이를 공급망 고객에게 제공해 운송망에 적용할 수 있습니다.



5.2 화물 운송 물류 허브 - 물류 허브 1개와 배출 강도 값이 2개인 HOC

두 번째 시나리오 역시 독일의 컨테이너 터미널을 참조한 것이지만, 이번에는 연간 물류 허브 활동에 대해 보다 상세한 데이터가 제시됩니다. 이 컨테이너 터미널은 일반 화물 컨테이너(4,200,000 t)와 냉동 화물 컨테이너(50,000 t)를 처리합니다.

이 상황에서는 2개의 배출 강도 값을 식별할 수 있습니다. 하나는 일반 화물의 물류 허브 운영에 대한 것이고, 다른 하나는 냉동 화물의 물류 허브 운영에 대한 것입니다. 따라서 모든

종류의 화물과 관련된 프로세스(컨테이너 취급 및 일반 프로세스 온실가스 배출량은 "불특정 그룹"으로 약칭함)와 냉동 화물에만 필요한 프로세스(냉동 스테이션 온실가스 배출량은 "냉동 화물"로 약칭함) 또는 일반 화물에만 필요한 프로세스를 구분합니다.

간략하게 설명하기 위해, 이 예시에서는 온실가스 활동 데이터와 총 온실가스 배출 계수의 곱셈값만을 보여줍니다. 하지만, 더 세부적으로 분석하려면 HOC (TTW)와 HEEP (WTT)의 특정 배출 계수도 사용할 수 있습니다.

컨테이너 취급과 일반 프로세스에서 발생하는 배출량(온실가스 배출량 "일반")은 일반 화물과 냉동 화물 모두에 적용되며 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

온실가스 배출 강도 "일반":
 $988,475 \text{ kg CO}_2\text{e} / 4,250,000 \text{ 톤} = 0.233 \text{ kg CO}_2\text{e/톤}$

냉동 스테이션의 배출량(온실가스 배출량 "냉동 화물")은 50,000 톤의 냉동 화물 물류 허브 작업 활동에만 관련이 있으므로 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

온실가스 배출 강도 "냉동 화물":
 $73,980 \text{ kg CO}_2\text{e} / 50,000 \text{ 톤} = 1.48 \text{ kg CO}_2\text{e/톤}$

이제 일반 화물과 냉동 화물 취급에 대한 배출 강도 값을 도출할 수 있습니다. 일반 화물에 대해 추가적으로 수행한 특정 작업이 없으므로 온실가스 배출 강도 값은 온실가스 배출 강도값 "일반"과 같습니다.

일반 화물의 온실가스 배출 강도 값:
 $0.233 \text{ kg CO}_2\text{e/톤}$

냉동 화물의 온실가스 배출 강도 값은 "일반" 온실가스 배출 강도 값과 "냉동 화물" 온실가스 배출 강도 값의 합입니다.

냉동 화물의 온실가스 배출 강도 값은 다음과 같습니다:

$$0.233 \text{ kg CO}_2\text{e/t} + 1.48 \text{ kg CO}_2\text{e/t} = 1.71 \text{ kg CO}_2\text{e/t}$$

이 HOC 온실가스 배출 강도 값을 공급망 고객에게 제시할 수 있으며 고객은 자신의 운송 망이나 TCE에 각각 적용할 수 있습니다. 예를 들어, 컨테이너에 적재된 일반 화물(87톤)의 고객 맞춤형 운송량에 대해 계산하려면 화물 중량에 일반 화물의 온실가스 배출 강도 값을 곱해야 합니다.

고객별 일반 화물에 대한 계산:
 $87 \text{ t} * 0.233 \text{ kg CO}_2\text{e/t} = 20.2 \text{ kg CO}_2\text{e}$

마찬가지로, 냉동 화물 100톤에 대한 배출량도 해당 온실가스 배출 강도 값을 사용하여 계산할 수 있습니다.

고객별 냉동 화물에 대한 계산:
 $100 \text{ t} * 1.71 \text{ kg CO}_2\text{e/t} = 171 \text{ kg CO}_2\text{e}$

표 15
예시 데이터: 물류 허브 1개와 배출 강도 값이 2개인 HOC

배출 원인	온실가스 활동 data		활동 당 온실가스 배출량
컨테이너 취급	전기 디젤 바이오 디젤 혼합	1,100,000 kWh 75,000 l 30,000 l	542,520 kg CO ₂ e 257,990 kg CO ₂ e 99,734 kg CO ₂ e
일반 프로세스	천연가스 전기	32,000 kWh 160,000 kWh	9,319 kg CO ₂ e 78,912 kg CO ₂ e
HOC의 불특정 그룹 온실가스 배출량			988,475 kg CO ₂ e
냉동 스테이션	전기	150,000	73,980 kg CO ₂ e
kWh HOC의 특정 그룹	냉동 화물 온실가스 배출량		73,980 kg CO ₂ e
HOC의 총 온실가스 배출량			1,062,455 kg CO ₂ e

3

참조

1. Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC(2023): AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023; on <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/> ; last accessed 21/07/2023
2. Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC (2014): AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014; on <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/> ; last accessed 21/07/2023
3. <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/data-releases/ecoinvent-3-9/>
4. www.ifeu.de, Infras & Fraunhofer EcoTransIT World: Environmental Methodology and Data; on <https://www.ecotransit.org/en/> ; last accessed 23/07/2023
5. CORSIA 2019: CORSIA supporting document: CORSIA Eligible Fuels – Life Cycle Assessment Methodology. 2019
6. JEC 2020: Prussi, M., Yugo, M., De Prada, L., Padella, M., Edwards, R., Lonza, L. JEC Well-to-Tank report v5, EUR 30269 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2020, ISBN 978 92 76-19926-7, doi: 10 .2760/ 959137, JRC119036 https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/jec-publications/jec-version-5-2020_en ; last accessed 22/08/2023
7. European Commission Fuel EU Maritime Annex COM(2021) 562 final, July 2021
8. REDII (2018): Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II); on https://joint-research-centre.ec.europa.eu/welcome-jec-website/reference-regulatory-framework/renewable-energy-recast-2030-red-ii_en ; last viewed 20/08/2023
9. Argonne National Laboratory (2022): The Greenhouse Gases, Regulated Emissions, and Energy Use in Transportation Model (GREET); on <https://www.anl.gov/topic/greet> ; last accessed 23/03/2023
10. US EPA eGRID Summary Tables on: <https://www.epa.gov/egrid/summary-data> ; last accessed 20/08/23
11. BioEm project report https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_09_2016_aktualisierung_der_eingangsdaten_und_emissionsbilanzen_wesentlicher_biogener_energienutzungspfade_1.pdf
12. ICAO Carbon Emissions Calculator Methodology Version 11 [Methodology ICAO Carbon Calculator v11.1-2018.pdf](https://www.icao.int/CarbonCalculator/Pages/Methodology.aspx) ; last accessed 22/08/2023
13. Base Carbone: <https://bilans-ges.ademe.fr/>
14. GILA - German, Italian & Latin American consortium for resource efficient logistics hubs & transport -Fraunhofer IML; on <https://www.ilm.fraunhofer.de/gila> ; last accessed 16/08/2023
15. Dobers, K., Jarmer, J.-P. (2023): Guide for Greenhouse Gas Emissions Accounting at Logistics Hubs.
16. UIC Railway handbook 2017 [handbook_iea-uic_2017_web3.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---uic/documents/publications/wcms_63317.pdf) ; last accessed 22/08/2023
17. International Energy Agency IEA: Annual GHG emission factors for World countries from electricity and heat generation; <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/emissions-factors-2022> ; last accessed 20/08/2023
18. EcoTransIT World: Environmental Methodology and Data Update 2023 https://www.ecotransit.org/wp-content/uploads/2023/06/Methodology_Report_Update_2023.pdf ; last viewed 10/09/2023
19. SmartWay 2023 SmartWay Online Shipper Tool: Technical Documentation - U.S. Version 1.0 (Data Year 2023) (EPA-420-B-23-029, June 2023); last accessed 22/08/2023
20. Handbook of Emission Factors HBEFA www.hbefa.net
21. UK Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: Greenhouse gas reporting: conversion factors 2022 - GOV.UK ([www.gov.uk](https://www.gov.uk/government/collections/greenhouse-gas-reporting-2022-conversion-factors)) ; last accessed 22/08/2023
22. Network for Transport Measures: [Network for Transport Measures](https://www.transportmeasures.org)
23. International Maritime Organisation IMO (2020): Fourth Greenhouse Gas Study 2020; <https://www.imo.org/maritime-development/operational-efficiency/carbon-emissions-management/greenhouse-gas-studies> ; last accessed 20/08/2023
24. Clean Cargo Working Group (2015). Clean Cargo Working Group Carbon Emissions Accounting Methodology. [Clean_Cargo_Emissions_Calculation_Methods_2015-06_2.pdf](https://www.cleancargo.org/clean-cargo-emissions-calculation-methods-2015-06_2.pdf) (smart-freight-centre-media.s3.amazonaws.com)
25. ISO 14083:2023 Greenhouse gases — Quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations (2023); <https://www.iso.org/standard/78864.html> ; last accessed 17/07/2023
26. Schmied, M. (2017): Umweltorientierte Logistikstrategien – Beweggründe, Ansatzpunkte, Instrumente; Presentation at Hochschule für Technik Stuttgart, 18/12/2017
27. US EPA Rail : SmartWay Rail Carrier Tools and Resources; on <https://www.epa.gov/smartway/smartway-rail-carrier-tools-and-resources> ; last accessed 20/08/23

부록



모듈 5
유럽 화학 산업의 운송 온실가스
및 물류 배출량 계산

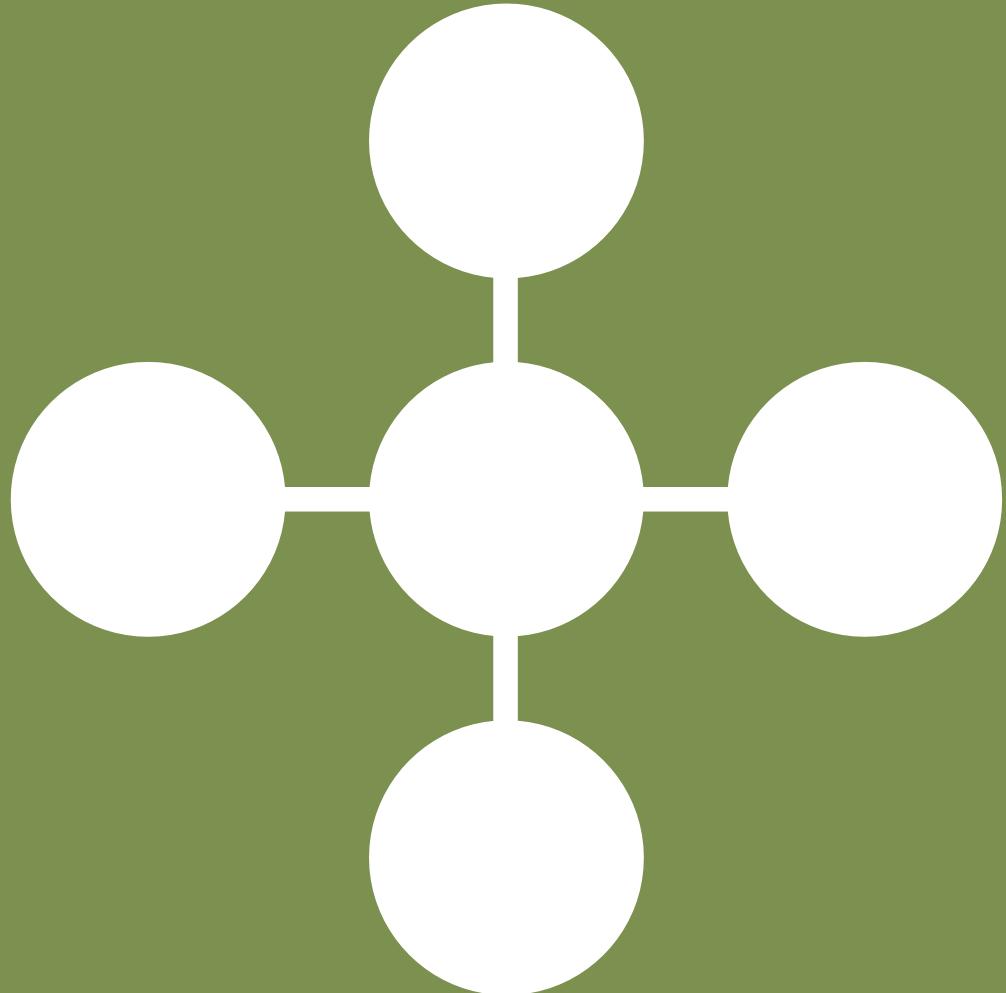
부록 : 단위 변환



약어
용어사전

4

모듈 5 유럽 화학 산업의 운송 온실가스 및 물류 배출량 계산



2021년 9월, 2023년 8월 개정

섹션 4 목차 페이지로 돌아가려면 여기를 클릭하세요.

4

Module 5
유럽 화학 산업의 운송 온실가스
및 물류 배출량 계산



1. 들어가기

유럽 화학 기업의 대다수를 대표하는 유럽화학산업협회(Cefic) 회원들은 환경 전반에 걸쳐 화물 운송이 미치는 영향을 줄이는 것이 중요하다는 점을 인식하고 있습니다. 따라서 업계에서는 생산 플랜트로 유입되는 원료와 고객에게 인도되는 제품 운송 등 공급망에서 발생하는 제품 운송으로 인한 온실가스 배출에 대한 지식을 확보하는 것이 중요하다고 생각하고 있습니다. 이 지침은 그러한 지식을 얻을 수 있도록 하여, 화학산업이 환경에 미치는 영향을 줄이기 위한 조치를 취할 수 있게 합니다.

Cefic과 유럽화학운송협회(ECTA)는 화학기업들을 위한 전문운송회사들을 대표하며, 2011년 3월에 유럽 화학산업에 적용되는 화물 운송 작업의 tank-to-wheel 온실가스 배출량 계산을 위한 첫 번째 지침을 발표했습니다. 그 이후로 온실가스 배출 회계 분야 전반에 걸쳐 특히, 화물 운송 운영과 관련해 많은 진전이 있었습니다. 여기에는 2012년에 발표된 EN16258 표준, 2016년에 최초 발표된 GLEC 프레임워크, 2023년에 발표된 ISO 14083이 포함됩니다. 특히 주목할 만한 변화는 본 지침의 2021년 9월 버전 이후 화석 연료의 well-to-tank(WTT) 배출 계수가 대부분 크게 증가했다는 점입니다. 이에 대한 자세한 정보는 GLEC 프레임워크의 모듈 1에서 확인할 수 있습니다.

그렇지만 기본 프로세스는 동일합니다.

- 해당 운송 서비스에 사용된 연료의 양과 종류를 파악합니다.
- 연료 사용량을 well-to-wheel(WTW) 온실가스 배출값으로 변환합니다. 이 값은 CO₂e의 중량으로 표현됩니다.
- 세척 및 창고 작업으로 인한 배출을 포함하여 서비스 제공으로 인해 발생한 온실가스 배출량을 톤-킬로미터로 환산한 운송 및 물류 활동과 연관시킵니다.
- 총 온실가스 배출량과 톤-킬로미터당 CO₂e의 중량으로 표현된 배출 강도를 함께 보고합니다.



이 프로세스에 대한 상세 내용은 GLEC 프레임워크의 섹션 1 Chapter 1-4에서 확인할 수 있습니다.

이 최신 보고서는 지난 12년간 발생한 변화를 반영하고 있으며, 특히 “감축이 어려운” 부문으로 분류되는 화물 운송 활동의 온실가스를 감축하라는 투자자, 정부, 고객의 압력에 화학업계가 대응할 수 있는 방안을 제시하고 있습니다. 이 지침을 실행하면 화학업계가 현재의 모범사례를 채택하고, 화학산업에 맞게 구체적으로 적용하고 있다는 점과 앞으로 더욱 분명하게 다가올 탈탄소화 과제에 대비하고 있음을 보여줄 수 있을 것입니다.

이 보고서의 온실가스 배출량 계산 범위는 화학산업 공급망과 직접 관련된 운송과 물류 활동이 포함됩니다. 주로 고객에게 완제품을 운송하는 것과 같이 기업이 계약상 책임을 지는 운송 및 물류 작업에 중점을 두고 있습니다. 원자재의 입고와 같이 공급망 내의 다른 주체가 책임지는 운송 작업에 대한 추정값도 산출할 수 있지만, 모든 매개변수에 대한 지식이 부족하기 때문에 이러한 추정값은 불확실성이 더 커질 수 밖에 없으며, 추정과 가정에 더 크게 의존하게 됩니다. 그러므로 계약업체의 배출량 보고서에 운송 배출량 데이터를 포함시키도록 요청할 것을 적극 권장합니다.

활동 사항에는 아래 내용이 포함됩니다.

- 서비스 이행에 필요한 차량 재배치 등의 운송 활동 자체
- 물류 거점에서의 화물 취급 및 단기 보관. 물류 거점 또는 창고 내 화물 이동과 보관 또는 취급 시설 운영과 관련된 에너지 사용을 포함함.
- 화학제품 운송에 이용하기 위한 차량용 탱크 세척 작업
- 운송 과정에서 제품 상태를 유지하기 위한 (냉난방) 온도 조절

명확하게 제외되는 항목은 다음과 같습니다.

- 중간 가공과 관련된 활동. 제품의 특성이 근본적으로 변하는 경우를 포함함.
- 물류 거점에 설치된 경우를 포함한 운송기업의 행정 기능
- 현장 또는 차량의 유지보수 활동
- 차량 또는 운송 인프라

보고서의 구성은 다음과 같습니다.

- 섹션 2에서는 온실가스 배출량 계산 방식과 그로 인한 효과에 영향을 미치는 화학산업 물류 작업의 구체적인 몇 가지 특성을 설명하고 있습니다.
- 섹션 3에서는 유럽 화학업체들이 온실가스 배출량을 처음 계산하거나 여러 이유로 특정 운송업체 데이터가 제공되지 않는 경우에 기본값으로 사용할 수 있는 일반값 또는 대표값을 제시하고 있습니다.

• 섹션 4에서는 운송업체와 물류서비스 제공업체(LSP)가 이 지침을 해석할 때 참고할 수 있는 다른 지침을 제시하고 있습니다.

• 섹션 5에서는 화학기업이 GLEC 프레임워크를 수행할 때 참고할 수 있는 지침과 화학산업에 특화된 이 지침의 영향에 대해 설명하고 있습니다.

• 섹션 6에서는 온실가스 배출의 영향과 계산에 대한 관련 지식이 계속 진화하고 있으며, 화학 부문 기업을 포함해 기업들이 이용할 수 있는 배출량 저감이 가능한 방법도 마찬가지로 증가하고 있음을 인정합니다. 또한 이 섹션에서는 비교적 가까운 미래에 업데이트 될 가능성이 높은 영역과 이 지침의 향후 버전에 이러한 변화가 반영될 가능성이 있는 영역을 보여주고 있습니다.

• 부록 1에서는 적재 및 공차 운행에 대한 지식을 기반으로 한 도로 운송의 기본 온실가스 배출 강도를 요약한 표가 제시되어 있으며, 부록 2에서는 복합 운송에 대한 추가 정보를 제시하고 있습니다.

2. 화학산업의 특징

이 섹션에서는 기존 GLEC 프레임워크에서 상세히 다루지 않은 화학산업의 운송 및 물류 작업의 구체적인 특성을 설명합니다. 핵심 방법론에는 큰 변화가 없습니다. 즉, 관련 공차 운행을 포함해 운송망의 모든 개별 요소를 식별한 후 배출량 계산에 필요한 정보를 수집하는 방식입니다.

그러나 이러한 특성 중 일부는 화학 운송 작업에 사용되는 운송 작업 범주(TOC)를 정의하는 방식에 영향을 미칩니다. 그로 인해

GLEC 프레임워크 본문에서 정의하고 있는 일반 범주보다 더 상세하고 구체적인 운송 범주가 생성됩니다.

2.1 운송 대상 화물의 특성

화학산업에서 운송되는 화물은 고체, 액체, 가스의 혼합물이며, 이는 업계에서 관리하는 화학 공정의 원료이거나 결과물입니다. 화물 크기는 일반 운송 부문보다 더 큰 경향이 있으며, 이로 인해 별크 운송의 빈도가 높고, 특히 화물 중량 측면에서도 적재량이 더 클 가능성이 높습니다. 또한, 복합 운송을 활용하거나 철도, 내수로 및 해상 운송과 같은 대용량 운송수단을 사용할 가능성이 높습니다.

일부 화물은 매우 특수한 보관이나 취급 조건이 있어 화학 산업의 운송망 구성 방식에 영향을 미칩니다. 또한 이로 인해 사용 장비의 특성과 비즈니스 관계에도 영향을 미칠 수 있습니다. 예를 들어, 탱커나 고압을 견딜 수 있는 장비에 대한 의존도가 높아질 수 있습니다. 이러한 항목들은 아래의 세부 섹션에서 다룹니다.

ECTA에서 수집한 데이터를 분석한 결과, 화물이 건식 별크, 액체 별크 또는 작은 용기에 포장된 화물로 분류될 때 평균 적재량과 공차 운행의 정도에 영향을 미친다는 것이 밝혀졌습니다. 이 분석 결과는 화학기업(Cefic 회원사)으로부터 수집한 정보와 통합해 이 보고서의 섹션 3에서 제시된 기본값을 정의하는 데 사용된 입력 매개변수 작성에 활용되었습니다.



2.2 공유 운송 – 정의와 활용

용어는 화물 운송 부문 전반에서 그리고 화학제품 운송과 같은 특정 세그먼트 내에서도 다양하게 사용될 수 있습니다. 아래 용어는 화학 부문의 기본 배출 강도 설정에 사용된 용어들입니다.

- Full Truck Load(FTL): 화학기업이 충분한 화물을 보유하여 차량의 법적 한도에 가까운 중량 또는 기타 치수로 차량 한 대를 가득 채울 수 있으며, 해당 차량이 단일 출발지에서 단일 목적지까지 단일 화물을 운송하는 경우입니다.
- Less Than Truckload (LTL): 화학기업이 하나 이상의 화물을 보유하고 있지만 화물이 중량 또는 기타 치수 기준으로 차량의 법적 한도를 채울 정도로 충분하지 않은 경우입니다. 대략 15톤 즉, 중량 기준으로 ± 60%의 적재량을 기준으로 FTL과 LTL을 구분합니다. LTL 운송은 특성이 매우 다양한 여러 하위 범주로 나눌 수 있습니다. 이 문서에서는 아래 두 가지 범주를 사용했습니다.
- 부분 운송(Partial Load): 단일 LTL 화물이며, 중량이나 다른 치수 기준으로 차량 한 대를 채우기에는 충분하지 않지만, 단일 출발지에서 단일 목적지로 운송되는 경우입니다. 시간을 맞추기 위한 (긴급 주문)이나 다른 제품과의 비호환성 문제 때문일 수 있습니다.
- 혼재 운송(Groupage): 여러 LTL 화물이 서로 다른 화학기업 및 다른 출발지에서 나올 수 있으며, 간선 운송의 적재율을 더 높이기 위해 LSP가 이 화물들을 취합하는

경우입니다. 통합된 화물의 목적지는 하나 또는 그 이상일 수 있습니다. 운송 범주가 넓기 때문에 화물 크기, 운송 패턴, 전체 적재율은 매우 다양할 수 있습니다.

혼재 운송(Groupage)은 특히 포장된 화물에 많이 사용됩니다. 화물의 특성에 따라 특수 화물 취급이 익숙하거나 면허를 보유한 전문 운송업체가 필요할 수 있습니다. 온실가스 배출이라는 관점에서 보면 혼재 운송은 운송업체가 한 번의 운송으로 여러 화주의 다양한 화물을 운반하여 적재율을 극대화하고 공차 운행을 최소화하여 전체 효율성을 더 높일 수 있다는 이점이 있습니다. 혼재 운송의 운영 정보와 실제 온실가스 배출 결과를 공유하는 일은 비교적 드물었습니다. 하지만 온실가스 배출의 투명성과 감축에 대한 관심이 높아지면서 향후에는 변화가 있을 것으로 예상됩니다. 앞으로는 모든 고객이 공유 운송 및 그와 관련된 효율성이 향상된다는 혜택을 누리고, 이러한 점이 네트워크 상에 반영된 평균 배출 강도값을 서로 공유할 것이기 때문에 운송업체가 전담 운송에 비해 더 많은 작업을 해야 할 필요는 없을 것입니다.

2.3 전용 운송

운송업체가 특정 화물(및 회사)에 맞는 전용 장비를 제공하는 전용 운송은 장비와 화물, 세척 요건이 특수하기 때문에 일반 화물 운송에 비해 화학 업계에서 더 일반적입니다. 전용 장비를 특정 제품(및 회사)을 위해 제공하는 전용 운송 서비스는 공차 운행이

증가할 가능성이 있습니다. 이로 인해 공차 운행이 증가할 수 있습니다. 따라서 전용 운송 계약과 시스템 전반의 효율성 저하 및 온실가스 배출량 간에는 상충(trade-off) 관계가 존재합니다.

이로 인해 화학기업과 그 운송업체는 비즈니스 모델이 허용하는 한 회사별 전용 운송의 빈도를 줄일 수 있는 다른 방법을 모색할 책임이 생길 수 있습니다. 예를 들어 혼적 운송을 허용하거나 복귀 시 화물을 적재할 수 있게 도착지 인근의 세척 시설을 이용할 수 있도록 하면 공차 상태로 복귀하는 것을 방지하고 전체 시스템의 효율을 높일 수 있습니다.

ECTA의 데이터에 따르면, 운송업체 간에 평균 적재율과 특히 공차 운행률에 상당한 차이가 있는 것으로 보고되었습니다. 하지만 그 차이가 전용 운송 계약때문인지 확인하기 위해 운송 작업의 특성을 분리할 수는 없었습니다. 일반적으로 전용 운송은 공유 운송에 비해 공차 운행 비율이 높다고 가정할 수는 있습니다. 하지만 운송업체 간의 운영 방식때문에 차이가 발생할 가능성이 높으며, 이는 온실가스 계산의 기초로서 1차 데이터를 사용해야 할 필요성을 명확하게 뒷받침하는 것입니다.



2.4 적재량

앞에서 설명했듯이, 화물은 상대적으로 밀도가 높고, 크기가 커서 업계 전체 평균에 비해 적재량이 차량 적재 한도에 훨씬 더 가깝게 나타납니다. 그럼에도 개별 화학 기업들과의 협의를 통해 받은 자료를 확인해 보니 평균 적재량 수치가 비교적 높고 기업마다 상당한 차이가 난다는 것을 알 수 있었습니다.

적재량이 많아지면 차량의 운행거리 기준으로 연료 소비량과 배출량이 다소 증가하지만, 한 번의 운송으로 더 많은 화물을 운반하는 이점이 이 효과를 크게 상쇄시켜 운송활동 단위당 배출량(증량 $\text{CO}_2\text{e}/\text{톤}\cdot\text{킬로미터}$)으로 표현된 배출 강도는 훨씬 낮아졌습니다.

회사 간에 차이가 난다는 것은 배출량을 계산할 때 회사별로, 더 나아가 제품별로 1차 데이터를 사용하는 것과 공급망 내에서 적재율과 공차 운행의 정도를 모니터링 하는 것이 중요하다는 점을 강조합니다.

- 정확성이라는 기본 원칙을 준수합니다.
- 어느 부분에서 효율성을 개선하고 그에 따른 배출량 감소가 가능한지 식별할 수 있습니다.

이와 같은 간단한 조치를 통해 비교적 적은 비용으로 단기 배출량을 쉽게 감소시킬 수 있으며, 모든 관련 당사자들과 사회 전반에 더 큰 이익을 가져다 줄 수 있습니다.

화학 산업의 도로 운송 부문 기본 온실가스 배출 강도 생성에 사용된 일반적인 적재량은 다음과 같습니다.

표 1
기본 배출 강도 생성에 사용되는 일반적인 적재량

구분	데이터 출처	값(톤)
전체 부문 평균	아래의 더 자세한 부문에서 추론됨	22
포장 화물 운송		
포장 화물 평균	아래의 더 자세한 부문에서 추론됨	22
포장 화물: FTL	Cefic 프로젝트 회원 데이터 : ECTA 회원 조사로 확인함	22
포장 화물: 부분 운송	Cefic 프로젝트 회원 데이터	22
포장 화물: 혼재 운송	ECTA 사무국	17
벌크 화물 운송		
벌크 화물 평균	ECTA 회원 조사 : Cefic 프로젝트 회원 데이터로 확인함	22
벌크 화물: 탱크 트럭	ECTA 회원 조사 : Cefic 프로젝트 회원 데이터로 확인함	19
벌크 화물: 호퍼/사일로	ECTA 회원 조사 : Cefic 프로젝트 회원 데이터로 확인함	22
벌크 화물: 탱크 컨테이너	ECTA 회원 조사 : Cefic 프로젝트 회원 데이터로 확인함	19



2.5 공차 운행

화물 운송과 관련된 모든 이해관계자들이 효율을 높이기 위해서는 공차 운행의 정도를 최소화하는 것이 하나의 방법입니다. 하지만 일정 수준의 공차 운행은 불가피한데, 특히 FTL 운송의 경우 이전 화물의 하역 지점에 다음 화물이 항상 준비되어 있을 가능성성이 낮기 때문입니다. 혼적 운송을 통해 LSP는 네트워크의 제약과 자신들이 창출 가능한 사업 범위 내에서 공차 운행을 최소화할 수 있게 해줍니다. 공차 운행의 정도는 온실가스 배출 강도에 중요한 영향을 미치는 요소입니다. 본 문서에서는 표 2의 값을 사용했습니다.

이와 같은 간단한 조치를 통해 비교적 적은 비용으로 단기 배출량을 쉽게 감소시킬 수 있으며, 모든 관련 당사자들과 사회 전반에 더 큰 이익을 가져다 줄 수 있습니다.

화학 산업의 도로 운송 부문 기본 온실가스 배출 강도 생성에 사용된 일반적인 적재량은 표1과 같습니다.

ECTA 조사 결과보고 범위 내에서 보고된 Cefic 회원들과의 협의를 바탕으로, 전용 운송 서비스의 공차 운행률이 더 높은 것으로 가정했습니다.

2.6 세척 작업

엄격한 제품 기준을 충족하기 위해 화물의 순도가 중요한 경우가 많습니다. 이러한 제한요건이 적용되는 경우, 교차 오염을 방지하기 위해 연속 운행 간 운송 장비를 철저하게 세척해야 합니다.

표 2
기본 배출 강도 생성에 사용되는 일반 공차 운행 값

구분	데이터 출처	값 총 거리 기준 %
전체 부문 평균	아래의 더 자세한 부문에서 추론됨	22
포장 화물 운송		
포장 화물 평균	아래의 더 자세한 부문에서 추론됨	22
포장 화물: FTL	ECTA 회원 조사	22
포장 화물: 부문 운송	ECTA 회원 조사	22
포장 화물: 혼재 운송	GLEC LTL 평균	17
벌크 화물 운송		
벌크 화물 평균	아래의 더 자세한 부문에서 추론됨	22
벌크 화물: 탱크 트럭	ECTA 회원 조사	19
벌크 화물: 호퍼/사일로	ECTA 회원 조사	22
벌크 화물: 탱크 컨테이너	ECTA 회원 조사 (탱크 트럭과 동일하다고 가정됨)	19

세척 작업은 산업 기준에 따라 수행되는데 세척 시설이 특정 화물의 하역지나 다음 화물의 선적지 또는 그 근처에 있을 수도 있고 없을 수도 있습니다. 세척 시설이 없는 경우, 하역지와 다음 선적지 간에 추가적으로 공차 운행이 발생할 수 있습니다. 극단적인 경우, 하역지 주변에 세척 시설이 없어 다음 선적 작업을 위해 출발지로 복귀해야 할 수도 있습니다.

세척 작업이 공차 운행에 미치는 영향은 Cefic 및 ECTA 회원들에게 받은 피드백 자료와 데이터를 바탕으로 기본값에 반영되었습니다.

세척 작업이 진행되는 경우, 세척 작업과 관련된 운송 배출량 및 온실가스 배출량을 조합해 운송 온실가스 배출량을 계산해야 합니다. 세척 작업으로 인한 온실가스 배출량 기본값은 섹션 3.10에 제시되어 있습니다. 하지만 이 값은 현지 전력 배출 계수와 증기 발생기의 에너지원에 따라 크게 달라집니다.

이 정보는 전담 회사 운송방식에서 벗어나 호환이 가능한 화물을 재평가할 수 있는 옵션을 제공함으로써 배출량 감소에 기여할 수 있습니다.

세척과 전용 운송 중에서 선택하는 것은 운송업체의 운영 모델의 한 부분이며, 물동량과 사업 전개방식에 따라 달라질 수 있기 때문에, 화학기업은 서비스 제공업체가 이 옵션을 고려하도록 하는 것이 중요합니다. 세척 작업의 배출량 변동성이 크기 때문에, 세척 업체는 특정 상황에 따라 세척 작업당 온실가스 배출량 값을 사용할 것을 권장합니다. 추가적인 자침은 아래 링크에서 확인할 수 있습니다.

<https://www.eftco.org/safe-cleaning/emission-guideline>.

2.7 Tank container 운송

온실가스 계산 방법론의 관점에서 보면, 유체 운송용 탱크 컨테이너를 사용하는 것은 다른 종류의 트럭 즉, 일반 도로 운송 계산에 사용되는 표준 트레일러와 큰 차이가 나지 않습니다. 주목할 점은, 다른 모든 운송과 마찬가지로 운송 활동 계산 시 컨테이너의 중량을 제외한 화물의 순중량을 사용해야 한다는 것입니다. 만약 불확실한 부분이 있다면, 컨테이너의 무게가 온실가스 배출 강도 계산에 포함되지 않았는지 운송업체에 확인해야 합니다.



2.8 파이프라인 운송

파이프라인 운송은 화학 산업에 고도로 특화된 운송 방식이며, 현재 GLEC 프레임워크 도입부에서 간단히 언급되는 것 외에는 본문에 반영되지 않고 있습니다. 따라서 파이프라인 운송 관련 정보는 본 보고서 작성을 위해 특별히 개발된 것입니다. 이로 인해 파이프라인 지금까지 이 운송 방식에서 발생하는 온실가스 배출량의 공유 및 계산이 제한적이라는 점을 파이프라인 운영업체들이 이미 알고 있었다는 점이 부각되었습니다.

프로젝트 그룹 간 협의를 통해 다음과 같이 파이프라인 운송의 배출 강도에 영향을 미치는 요인이 제시되었습니다.

- 파이프라인 길이
- 파이프라인 직경
- 제품 특성(액체 또는 가스)
- 제품 점도
- 파이프라인 시스템 내 압력, 필요한 유량에 따라 달라질 수 있음.

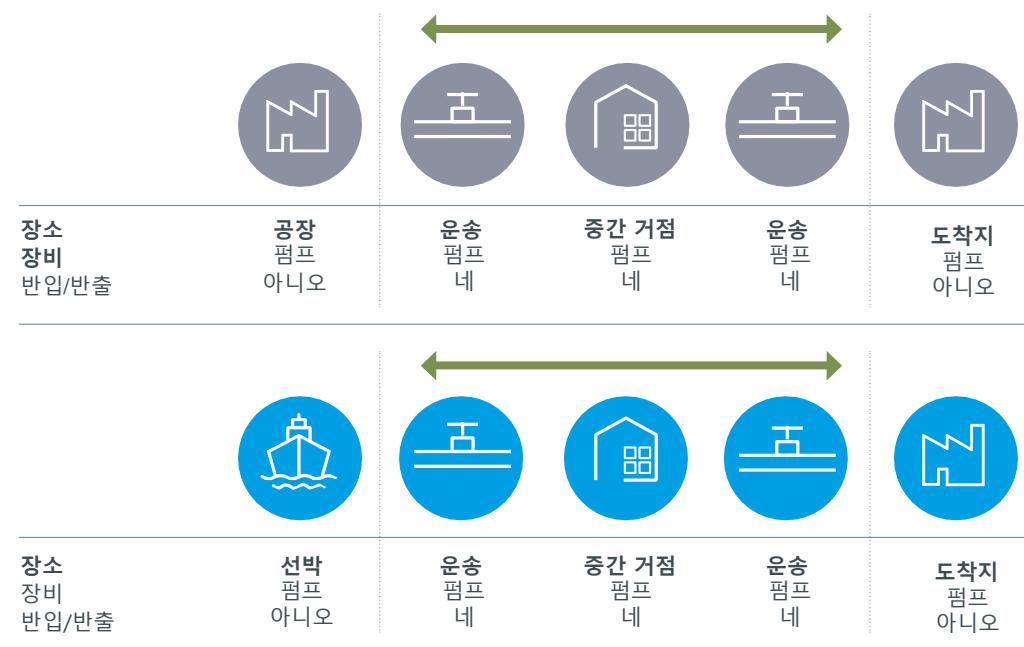
가스와 같은 일부 제품은 생산 플랜트에서 초고압 상태로 출하될 수 있습니다. 이러한 압력을 활용할 수 있다면, 에너지를 추가적으로 사용하지 않고도 본래의 압력만으로 제품을 운송할 수 있습니다. 전체 프로젝트 범위 및 생산 플랜트와 물류 거점 간의 배출 경계를 일관성있게 유지하기 위해 경계에 대해 다음과 같이 합의했습니다.

- “생산 현장 경계 내”의 펌프에 사용된 에너지는 포함하지 않으며, 제품이 운송 중일 때 펌프에서 사용된 에너지만을 파이프라인 운송 배출로 간주합니다.
- 제품이 이미 운송 중이고, 선박이나 바지선에서 환적되고 있는 경우, 선박이나 바지선에 탑재된 펌프는 선박의 배출량으로 계산하지만 파이프라인에 연결된 펌프는 파이프라인 배출량으로 귀속됩니다.

위 내용은 그림 1을 참조하십시오.

파이프라인 배출 강도의 변동성을 감안하여, 화학기업은 연간 평균을 기준으로 제품 처리량을 톤·킬로미터 당 온실가스 배출량으로 표시한 배출 강도 데이터를 파이프라인 운영업체에 요청해야 한다는 점을 권장하고 있습니다. 이렇게 하면 다른 운송 방식과 비교할 수 있어 대표적인 배출량을 계산할 수 있습니다.

그림 1
펌프장 에너지 사용과 배출량 포함 범위



3. 화학 산업 특수성이 기본값에 미치는 영향

1. 부문별 TOC

이 섹션에서는 운송 방식별로 개별 TOC를 설정하는 방법과 그에 따른 온실가스 기본 배출 강도에 대한 프로젝트 그룹 내 논의 결과를 제시합니다.

GLEC 프레임워크 본문에서 기본값을 제시한 방식과 유사하게, 기본값은 3단계의 계층 구조로 제시됩니다. 화학기업이 화물이나 운송 방식에 대해 거의 알지 못하는 매우 일반적인 상황에서 시작하여, 일부 정보를 알고 상황, 그리고 화물과 운송 수단에 대해 더 자세히 알고 있는 상황까지를 다룹니다. 이러한 진행 과정을 통해 가정이 더욱 구체화되며, 값은 실제 운송을 반영해 대표성을 띠게 됩니다.

모든 배출 강도는 g CO₂e/tkm 단위로 계산된 WTW 값으로 제시됩니다.

운송 운영 범주	공차 운행 (총 거리의 %)	일반적인 적재량 (tonnes)	배출 강도 (g CO ₂ e/t-km)		
			WTT	TTW	WTW
Level 1					
전체 부문 평균	22	18	18	56	74
포장 화물 - Level 2					
평균, 일반	22	15	21	65	86
평균, 온도 관리	22	15	24	72	96
포장 화물 - Level 3					
FTL	일반	22	21	16	50
	온도 관리	22	21	18	56
부분 적재	일반	22	8	35	109
	온도 관리	22	8	40	122
혼적	일반	17	15	20	62
	온도 관리	17	15	22	69
벌크 화물 - Level 2					
평균, 일반	22	22	16	48	64
평균, 온도 관리	22	22	18	54	72
벌크 화물 - Level 3					
탱크 트럭	일반	19	21	16	50
	온도 관리	19	21	18	56
전용, 일반	50	21	23	72	95
전용, 온도 관리	50	21	26	80	106
호퍼/사일로	일반	22	26	14	44
	온도 관리	22	26	16	49
전용, 일반	50	26	20	60	80
전용, 온도 관리	50	26	22	68	90
탱크 컨테이너	일반	19	24	15	46
	온도 관리	19	24	17	51
전용, 일반	50	24	21	66	87
	전용, 온도 관리	50	24	24	73
					97



기본 도로 운송 온실가스 배출 강도 값은 “총 중량 40톤 이하의 굴절트럭” 차량이 “바이오 디젤이 5% 혼합된 디젤” 연료를 사용하는 것을 기준으로 계산하며, 업계 자료에 따르면 이러한 차량 유형이 가장 많습니다.

전용 운송 값들은 가능한 범위에서 극단적, 보수적으로 책정했으며, 회사 차원의 전용 운송과 50%의 공차 운행을 가정합니다. 여러분이 이용한 서비스에 대한 구체적이고 더 정확한 값을 얻으려면 서비스 제공업체와 상의하기 바랍니다.

비전용 운송의 경우 세척 작업을 위해 복귀하는 경우와 비교해 공차 운행이 적은 상태로 세척 작업을 해야 하는 상황이라면, 세척 작업당 86.6 kg CO₂e를 추가해야 합니다(3.10 섹션 참조).

3.2 도로 운송

GLEC 프레임워크의 모듈 2에서 채택한 방법에 따라 도로 운송에 대한 3단계 기본 온실가스 배출 강도가 제시됩니다.

Level 1: 화학기업이 제품 유형이나 운송 서비스의 구성 방식에 대한 지식이 전혀 없는 예외적인 상황에서만 사용

Level 2: 화학기업이 제품 유형에 대한 지식은 있으나 운송 서비스 구성 방식에 대한 지식이 없는 경우에 사용

Level 3: 화학기업이 제품 유형과 운송 서비스의 일반적인 특성에 대한 지식이 있으나, 운송업체가 자신의 1차 데이터를 기반으로 한 온실가스 배출량 계산에 필요한 데이터를 제공하지 않았을 때 사용



3.3 철도 운송

주:

단일 화차 철도 운송은 전체 열차를 연결하기 위한 출발지 주요 운송 지점까지의 단거리 추가 운송과 도착지에서의 최종 분배를 위한 추가 운송에 대한 허용치를 포함합니다.

전기 견인 에너지는 주요 운송구간 견인에만 사용된다고 가정합니다. 현장 내 조차 작업

(shunting)이나 단일 화차 열차를 연결하기 위한 단거리 운송은 디젤로 견인한다고 가정합니다.

전기 기반 주요 구간 운송은 EU 평균 전력 배출계수인 349 g CO₂e/kWh로 가정합니다. 개별 국가의 전력과 혼용할 경우 특히 전력 공급 분야가 고도로 탈탄소화된 국가에서는 상당히 다른 값이 나올 수 있습니다.

3.4 내수로 운송

내수로 운송은 화학 업계에서 일반적으로 취급하는 대형 화물에 적합하기 때문에 GLEC 프레임워크의 내수로 기본 배출 강도를 다음과 같이 화학 산업에 직접 적용할 수 있습니다.

표 4
철도 운송 TOC의 특성

운송 운영 범주	공차 운행 (총 거리의 %)	적재율 (%)	견인 에너지	WTW 온실가스 배출 강도 (g CO ₂ e/tkm)
Level 1				
전체 부문 평균	33	40	평균	21
Level 2 : 컨테이너 열차(다중운송)				
평균	17	50	평균	17
디젤 열차	17	50	디젤	28
전기 열차	17	50	전기	10
Level 2 : 블록트레인(RTC)				
평균	50	100	평균	15
디젤 열차	50	100	디젤	24
전기 열차	50	100	전기	9
Level 2 : 단일 화차 열차(RTC)				
평균	50	100	평균	21
디젤 열차	50	100	디젤	34
전기 열차	50	100	전기	13

표 5
내수로 운송 TOC의 특성

운송 운영 범주	전체 이용률 (%)	온실가스 배출 강도 (g CO ₂ e/tkm)		
		WTT	TTW	WTW
벌크 탱커(평균)	65	5.2	17.3	22.6
탱커 바지선(액체)	65	5.2	17.3	22.6
탱커 바지선(가스)	65	5.2	17.3	22.6
컨테이너 선박(평균)	75	6.3	20.7	27.0
컨테이너 선박 110m	75	6.3	20.7	27.0
컨테이너 선박 135m	75	4.9	16.1	21.0
드라이 바지선(평균)	50	4.7	15.4	20.1



3.5 연안 및 해상 운송

현행 국제 해상운송 즉, 원양 및 근해(연안) 운송의 구조는 국제해사기구(IMO)의 제4차 온실가스 연구¹로 수립되었으며, 이 연구는 선박을 일반적인 유형과 크기 범주로 분류하는 것에 중점을 두고 있습니다. 이 방식은 화학 탱커, 가스 탱커와 일반 화물 운송을 위한 근해 및 원양 운송 값을 제공하는데 활용되었습니다. 이 값들은 각 크기 범주별 연료 소비량의 중앙값을 기준으로 하며 과소평가 위험을 방지하고 온실가스 배출 강도의 기본값을 사용하는데 있어 신중한 접근 방식을 따른다는 원칙을 지키기 위해 상위 및 상위 사분위 값 사이의 범위에서 10%를 추가적으로 고려한 것입니다. 아래의 같은 표에 표시되어 있지만 유럽 내 근해 운송은 더 작은 선박으로 이뤄질 가능성이 높은 반면 원양 운송은 더 큰 선박을 사용할 가능성이 크다는 점에 유의할 필요가 있습니다.

해상 운송의 배출량을 계산할 때, 시스템적 오류를 피하기 위해 해리(nautical miles)에서 킬로미터(km)로 변환하는데 주의해야 합니다.

표 6
해상 운송 TOC의 특성

선박 범주	전체 이용률 (%)	온실가스 배출 강도 (g CO ₂ e/tkm)			
		WTT	TTW	WTW	
화학 탱커	0-4999	dwt	9.1	52.2	61.3
	5000-9999	dwt	4.0	23.1	27.2
	10000-19999	dwt	2.7	15.7	18.5
	20000-39999	dwt	1.7	9.6	11.3
	40000+	dwt	1.3	7.4	8.7
일반 화물	0-4999	dwt	4.0	22.9	26.9
	5000-9999	dwt	3.2	18.4	21.6
	10000-19999	dwt	2.8	16.4	19.2
	20000+	dwt	1.5	8.5	10.0
가스 탱커	0-49999	m ³	7.1	41.0	48.2
	50000-99999	m ³	2.1	11.9	14.0
	100000-199999	m ³	1.6	9.4	11.0
	200000+	m ³	1.7	9.9	11.6

dwt = deadweight tonnes



3.5.1 해상 컨테이너 운송

컨테이너 선박 운송의 경우 Clean Cargo 아니셔티브의 최신 데이터를 사용했습니다. Clean Cargo는 무역별 업계 평균 데이터를 제공하며, ISO 탱크, 20피트 및 40피트 컨테이너의 표준 적재량 값을 사용해 업계 평균 데이터를 톤-킬로미터 당 값으로 변환했습니다.

표 7
해상 컨테이너 운송 TOC의 특성

운송 운영 범주		온도 조건	온실가스 배출 강도 (g CO ₂ e/tkm)		
			WTT	TTW	WTW
Level 1					
부문 평균	ISO 탱크	일반	0.5	3.2	3.7
		온도 관리	1.0	6.2	7.2
	20'	일반	0.6	3.5	4.1
		온도 관리	1.1	6.8	7.9
	40'	일반	0.9	5.8	6.7
		온도 관리	1.8	11.1	12.9
Level 2					
북서 유럽 내	ISO 탱크	일반	1.0	6.4	7.4
		온도 관리	1.7	10.6	12.2
	20'	일반	1.1	7.0	8.1
		온도 관리	1.8	11.7	13.5
	40'	일반	1.8	11.4	13.3
		온도 관리	3.0	19.0	22.0
지중해 내	ISO 탱크	일반	1.1	7.2	8.3
		온도 관리	1.9	12.0	13.9
	20'	일반	1.3	8.0	9.2
		온도 관리	2.1	13.3	15.4
	40'	일반	2.0	13.0	15.0
		온도 관리	3.4	21.6	25.0

운송 운영 범주		온도 조건	온실가스 배출 강도 (g CO ₂ e/tkm)		
			WTT	TTW	WTW
북서 유럽 - 지중해					
	ISO 탱크	일반	0.5	3.3	3.8
		온도 관리	1.0	6.4	7.4
	20'	일반	0.6	3.7	4.2
		온도 관리	1.1	7.0	8.1
	40'	일반	0.9	6.0	6.9
		온도 관리	1.8	11.5	13.3
북서 유럽 - 아시아					
	ISO 탱크	일반	0.3	1.8	2.1
		온도 관리	0.7	4.6	5.4
	20'	일반	0.3	2.0	2.3
		온도 관리	0.8	5.1	5.9
	40'	일반	0.5	3.2	3.7
		온도 관리	1.3	8.3	9.6
북서 유럽 - 아프리카					
	ISO 탱크	일반	0.7	4.5	5.2
		온도 관리	1.2	7.8	9.1
	20'	일반	0.8	5.0	5.8
		온도 관리	1.4	8.6	10.0
	40'	일반	1.3	8.1	9.4
		온도 관리	2.2	14.1	16.3

다음 페이지에 계속



표 8
해상 컨테이너 운송 TOC의 특성

운송 운영 범주	운송 조건	온실가스 배출 강도 (g CO ₂ e/tkm)		
		WTT	TTW	WTW
북서 유럽 - 중남미	ISO 탱크 일반	0.6	3.3	3.8
	온도 관리	1.0	6.4	7.4
20'	일반	0.6	3.7	4.2
	온도 관리	1.1	7.0	8.1
40'	일반	1.1	6.0	6.9
	온도 관리	1.8	11.5	13.3
북서 유럽 - 중동/인도	ISO 탱크 일반	0.5	2.9	3.3
	온도 관리	0.9	5.9	6.8
20'	일반	0.5	3.2	3.7
	온도 관리	1.0	6.5	7.5
40'	일반	0.8	5.2	6.0
	온도 관리	1.7	10.6	12.2
북서 유럽 - 오세아니아	ISO 탱크 일반	0.6	3.7	4.3
	온도 관리	1.0	6.4	7.4
20'	일반	0.6	4.1	4.7
	온도 관리	1.1	7.1	8.2
40'	일반	1.1	6.7	7.7
	온도 관리	1.8	11.5	13.4

운송 운영 범주	운송 조건	온실가스 배출 강도 (g CO ₂ e/tkm)		
		WTT	TTW	WTW
북서 유럽 - 북아메리카 동해안/멕시코만	ISO 탱크 일반	0.6	4.0	4.7
	온도 관리	1.2	7.3	8.4
20'	일반	0.7	4.4	5.2
	온도 관리	1.3	8.0	9.3
40'	일반	1.1	7.2	8.4
	온도 관리	2.1	13.1	15.2
북서 유럽 - 북아메리카 서해안	ISO 탱크 일반	0.5	3.5	4.0
	온도 관리	1.0	6.4	7.5
20'	일반	0.6	3.8	4.4
	온도 관리	1.1	7.1	8.2
40'	일반	1.0	6.2	7.2
	온도 관리	1.8	11.6	13.4



3.6 항공 운송

항공 운송은 화학 산업에서 비교적 흔하지 않은 운송 방식이므로 GLEC 프레임워크에 명시된 일반값 사용을 권장하고 있습니다.

3.7 파이프라인 운송

현재 이용 가능한 데이터에 따르면, 파이프라인의 특성과 성능의 변동이 매우 심해서 신뢰할 수 있는 기본 온실가스 배출 강도로 표현하기가 어렵습니다.

많은 수의 파이프라인을 화학기업이 소유하고 있으므로, 파이프라인 소유자가 보유한 에너지 소비량을 기본으로 다음과 같이 배출량을 쉽게 계산할 수 있습니다(섹션 2.8 참조).

총 배출량 = 현장 경계 외부의 소비 전력량 × 전력 배출 계수(국가별 또는 EU 평균인 349 kg CO₂e/tkm 적용). 이 때, 총 톤-킬로미터 = 최근 연도에 운송된 총 톤 수 × 파이프라인 길이(km).

대부분의 파이프라인은 톤-킬로미터당 1~50g CO₂e/tkm 범위에서 운영되고 있지만 극단적인 경우(예: 연속된 단거리 구간, 오르막 등) 최대 360g CO₂e/tkm까지 나온 사례도 있습니다.

표 9
복합 운송 TOC의 특성

주요 운송 수단	총 거리 (km)	주요 운송구간의 거리 비율 (%)	온실가스 배출 강도 (g CO ₂ e/tkm)
철도	1000	85	28.2
내수로	110	85	37.9
연안(컨테이너)	1100	85	16.3
해상(컨테이너)	7600	90	9.5

3.8 복합 운송

복합 운송은 최소 두 가지 이상의 방식으로 화물을 운송하는 것이며, 각 운송 방식의 특성이 서로 다르고 운송 방식이 바뀔 때마다 물류 거점에서의 취급 작업이 필요합니다. 그렇기 때문에 복합 운송에 기본 온실가스 배출 강도를 할당하면 개별 운송 방식보다 불확실성이 높아집니다. 이는 각 개별 운송 요소에 대한 가정에서 발생하는 불확실성 뿐만 아니라 각 운송 거리 및 그에 따른 상대적인 기여도에 따라서도 달라지기 때문입니다. 따라서, 다음의 시나리오는 참고용으로만 활용해야 하며, 선행 운송 및 후속 운송은 도로 운송으로 이뤄진다고 가정합니다. 이 값에는 GLEC 프레임워크에서 제시한 기본 값인 0.6 kg CO₂e/t 또는 10.7 kg CO₂e/컨테이너도 포함됩니다.

주:

위 표에 나타난 총 거리는 유럽 데이터를 기반으로 하며 Cefic 조사 데이터를 반영했습니다. 원양 운송은 대서양간 복합 운송 사례를 기반으로 했습니다.

주요 운송구간의 양단에서 이뤄지는 2차례의 환적 작업에 따른 온실가스 배출량이 포함되어 있습니다.

부록 2(거리별 복합 운송 온실가스 배출 강도)에 추가정보가 제시되어 있으며, 총 거리 및 거리 비율에 따른 변동성을 나타냅니다. 또한, 다른 모든 가정은 고정된 상태에서 이 2개의 거리 매개변수가 변경되면서 온실가스 배출 강도에 미치는 영향을 설명하는 방정식이 제시되어 있습니다.

부록 3에서는 다양한 수준의 정보를 사용해 더 나은 데이터와 복합 운송망의 환적 작업을 포함한 모든 단계의 배출량을

계산함으로써 보다 상세하고 정확한 계산을 하는 방법을 예시를 통해 확인할 수 있습니다. 이 방법을 통해 4가지 기본 조합 외에도 도로 + 철도 / 바지선 + 원양 운송과 같은 다른 운송 방식 조합의 배출량도 계산할 수 있습니다.

3.9 물류 거점

물류 거점에서 발생하는 온실가스 배출량에 관한 정보는 여전히 많이 제한적인 편입니다. 따라서 화학 산업(탱크 저장, 환적, 보관 포함)의 기본 온실가스 배출 값을 구체적으로 제시하는 것은 불가능하며, GLEC 프레임워크의 모듈 2에서 제시하는 일반 값들을 사용하는 것이 권장됩니다. (물류 거점에서 발생하는 온실가스 배출 데이터를 더욱 심도있게 제공하기 위해 GLEC 회원 및 파트너 조직이 지속적으로 노력할 것이며 향후 프레임워크 버전에서 데이터를 수정할 예정입니다. 기업은 자사의 특정 상황에 맞는 제품 처리량에 대한 톤당 온실가스 배출량 값을 물류 거점 운영업체에 요청할 것을 권장합니다.



표 10
유럽 탱크 세척기업연맹(EFTCO)이 제공한 데이터를 기초로 한 탱크
세척 관련 계산 예시
(참조 www.eftco.org/emission-guideline)

전력 (kg CO ₂ e/KWh)	가스 오일 (g CO ₂ e/MJ)	
0.349	95.4	
탱크 세척 당	소비량	생산량 kg CO ₂ e
에너지 소비량 가스 (MJ)	881.6	68.6
에너지 소비량 가스 오일(MJ)	12.77	1.2
총 전력 소비량 (kWh)	48.0	16.8
탱크 세척작업 당 총계	-	86.6

3.10 세척 작업

위 표는 세척 작업의 대표값 설정에 사용된 계산 방식을 설명하고 있습니다. 본 문서 후반부의 여러 예시에서 사용한 세척 작업 당 값은 86.6 kg CO₂e입니다.

주: 운송망 경계에 따라 전력 소비량은 세척 작업과 직접 관련이 있는 부분만 포함합니다.

주: 위 예시에서 사용된 증기 발생기의 난방 효율은 90%로 가정합니다(그 외의 가정은 위의 EFTCO 웹페이지를 참조하십시오).

4. 운송업체와 물류 서비스 제공업체를 위한 일반 지침

이 섹션에서는 운송 장비를 운영하는 운송업체 또는 LSP가 GLEC 프레임워크의 요구 사항을 충족하기 위해 거쳐야 할 단계를 간략히 설명합니다. 운송업체가 운영 데이터를 수집하고 처리하는 데 사용할 지침을 중점적으로 다루고 있습니다. 하청 작업이 자주 활용되는 통합 운송, 복합 운송, 특수 운송에 대한 정보도 추가적으로 제공됩니다.

4.1 운영 데이터 수집과 가공

GLEC 프레임워크 Chapter 2에서 설명한 바와 같이, 운송업체는 운송 수단에 관계 없이 아래 방정식을 기반으로 해서 총 배출량 계산에 필요한 에너지/연료 소비량 정보를 확보할 수 있을 것으로 기대하고 있습니다.

온실가스 배출량 (CO₂e 종량) = 연료 / 전력 소비량 (사용된 에너지 양당) x WTW 배출 계수 (연료 사용량당 kg CO₂e)

따라서 운송업체가 고객(예: LSP)에게 의미 있는 방식으로 정보를 보고할 수 있도록, 운송업체는 다음에 설명하는 간단한 절차에 따라 고객의 니즈에 맞게 맞춤형 정보를 제공하는 것이 중요합니다. 이 절차는 운송업체가 고객을 대신해 운송 작업을 수행하는 동안 발생하는 온실가스 배출량의

투명성을 확보하여 다음의 항목들을 감소시키는 것이 목표입니다.

- 부정확한 보고의 위험
- 부정확하거나 불완전한 보고와 관련된 시간 낭비

또한, 다음과 같은 기회를 개선할 수 있습니다.

- 배출 집중 지역을 식별할 수 있는 기회
- 효율성을 높이고 배출량을 줄이기 위한 공동 의사결정의 기회

1단계: 전체 운송 작업을 범주별로 세분화

최대한 관련성이 높은 정보를 제공하기 위해서는 전체 운송 활동을 다양한 범주로 세분화하고 그에 기반해서 해당 고객에 맞는 보고서를 작성하는 것이 중요합니다. 이 개념은 특정 범주 내의 운송 특성이 최대한 유사하도록 만들고(예: 트럭 유형, 항로, 거리, 화물 등이 동일하게) 이를 통해 성과가 대표값을 중심으로 그룹화될 수 있도록 하기 위한 것입니다.

계산을 하려면 각 범주에 해당하는 운송 제품의 순중량과 주행 거리(적재 및 공차 상태를 다 해당)를 식별하고, 해당 범주의 총 연료 소비량을 명확히 파악해야 합니다.

이 단계에서는 고객과 협력하여 사용하려는 범주가 고객의 니즈에 맞는지 확인하는 것이 좋습니다. 최악의 경우 모든 항목을 하나의 범주로 통합하여 전체 비즈니스를 대상으로 보고하고 다음 보고 기간에 더 구체적인 범주를 어떻게 만들 수 있을지 결정할 수도 있습니다.



TOC의 기본 온실가스 배출 강도에 대한 권장 구조은 다음과 같습니다.

도로 운송:

Level 1:

- 전체 평균

Level 2:

- 포장 화물 평균, 일반
- 포장 화물 평균, 온도 관리
- 벌크 화물 평균, 일반
- 벌크 화물 평균, 온도 관리

Level 3:

- 포장 화물: FTL, 일반
- 포장 화물: FTL, 온도 관리
- 포장 화물: 부분 운송, 일반
- 포장 화물: 부분 운송, 온도 관리
- 포장 화물: 혼재 운송, 일반
- 포장 화물: 혼재 운송, 온도 관리
- 벌크 화물: 탱크 트럭, 일반
- 벌크 화물: 탱크 트럭, 온도 관리
- 벌크 화물: 탱크 트럭, 전용, 일반
- 벌크 화물: 탱크 트럭, 전용, 온도 관리
- 벌크 화물: 호퍼/사일로, 일반
- 벌크 화물: 호퍼/사일로, 온도 관리
- 벌크 화물: 호퍼/사일로, 전용, 일반
- 벌크 화물: 호퍼/사일로, 전용, 온도 관리
- 벌크 화물: 탱크 컨테이너, 일반
- 벌크 화물: 탱크 컨테이너, 온도 관리

- 벌크 화물: 탱크 컨테이너, 전용, 일반
- 벌크 화물: 탱크 컨테이너, 전용, 온도 관리

복합 운송

- 도로 + 철도 간선 운송
- 도로 + 내수로 간선 운송
- 도로 + 연안 컨테이너 간선 운송
- 도로 + 원양 컨테이너 간선 운송

철도 운송

Level 1:

- 전체 부문 평균

Level 2:

- 트럭 컨테이너
- 트럭 RTC 블록트레인
- 트럭 RTC (단일 화차)

내수로 운송

- 벌크 탱커
- 컨테이너선
- 탱커 바지선(액체)
- 탱커 바지선(가스)
- 드라이 바지선
- 컨테이너 선박 110m
- 컨테이너 선박 135m

해상 운송

- 화학 탱커
- 일반 화물
- 가스 탱커
- RoRo
- 컨테이너 운송: 부문 평균
- 컨테이너 운송: 무역별

2단계: 카테고리별 연료 소비량 계산

여러분을 포함해 여러분의 고객과 관련된 각 범주의 총 온실가스 배출량을 계산하려면 원하는 기간 동안 각 범주에서 소비된 연료량을 파악해야 합니다.

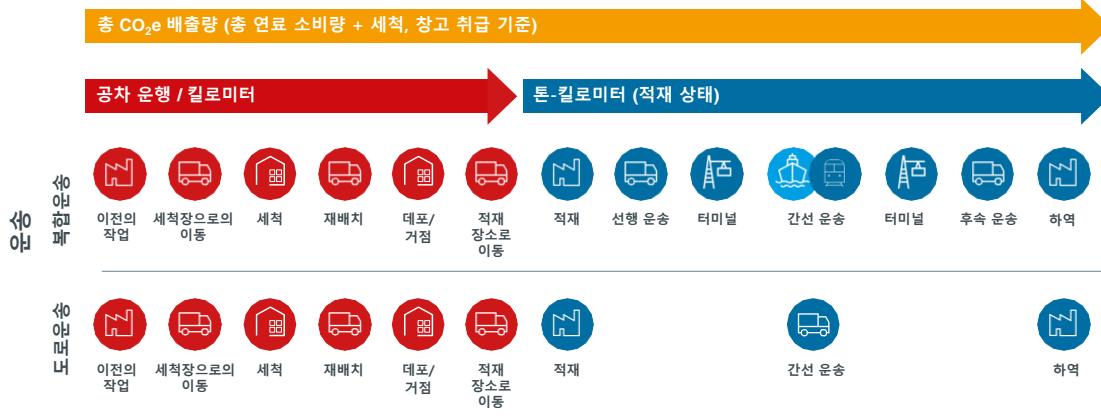
사용하는 방법은 여러분의 조직 성숙도에 따라 달라질 것이며, 총 구매 연료량, 차량 종류별 평균 연료 소비량, 또는 텔레매틱스 시스템이나 주유 기록을 통해 모니터링된 실제 소비량이 기준이 될 수도 있습니다.

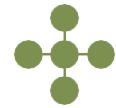
차량별로 소비된 실제 연료량을 확보하는 것이 가장 이상적입니다. 이를 통해 이동거리, 운송된 제품의 물량 및 관련 연료 소비량을 범주별로 상향식으로 할당할 수 있어야 합니다. 대개 개별 차량은 하나의 범주에서만 운영되지만, 그렇지 않은 경우 용도에 따라 범주별로 작업을 배정해야 합니다. 공차 상태로 거점으로 복귀하거나 공컨테이너를 운송하거나 세척을 위해 이동하거나 다음 적재 장소로 이동하는 경우에도 사용된 연료를 반드시 포함해야 합니다.

그림 2 공차 주행과 배출량 계산과의 연관성 예시

파란색 막대는 상차지에서 하차지까지 운반된 톤수에 적재된 거리(km)를 곱한 값(톤)을 의미합니다. 노란색 막대는 해당 운송망 내의 모든 운송 단수과 활동에서 발생한 총 이산화탄소 양(톤)을 의미합니다.

배출 강도는 노란색 막대 값을 파란색 막대 값으로 나눈 값입니다. 빨간색 선은 '공차 주행 / 킬로미터'를 의미합니다.





1차 연료 데이터를 확보하는 것이 가장 좋지만 그렇지 않은 경우, 아래 방법 중 하나를 선택해야 합니다.

- 차량 종류별 평균 연료 소비량으로 작업합니다. 이 경우, 각 운영 범주에서 다양한 차량 종류별로 실제 운행한 총 거리(킬로미터, 공차와 적재 상태 모두 포함)를 알아야 합니다. 표 11의 예시를 참조하십시오.
- 또는 하향식으로 가정을 할 수도 있습니다. 예를 들어, 여러분의 사업에서 차량 활동 비율에 대한 지식을 바탕으로 각 운영 범주의 총 연료 소비 비중을 추정할 수 있습니다. 표 12의 예시를 참조하십시오.

이러한 근사값을 사용할 때 중요한 점은 각 범주의 연료 소비량을 합산한 것이 전체 운영에 대한 총 연료 소비량과 일치하는지 확인하는 것입니다. 그래야만 모든 소비량이 정확하게 반영되었는지 확인할 수 있습니다.

하나의 운영 범주 내에서 다양한 종류의 연료 (예: 디젤, 바이오 디젤 혼합물, 액화천연가스 (LNG))를 사용할 수 있습니다. 이 경우, 3 단계에서 정확한 배출량을 계산하기 위해 연료 종류별 소비량을 개별적으로 산정해야 합니다.

3단계: 총 온실가스 배출량 계산

운영 범주의 실제 연료 소비량을 파악하게 되면, 해당 연료의 배출 계수를 사용해 각 연료와 관련된 온실가스 배출량을 계산할 수 있습니다. 배출 계수는 연료의 종류에 따라 달라질 수 있으며 지역에 따라 다를 수도 있습니다. GLEC 프레임워크에는 가장 많이 사용되는 연료에 대한 표준 배출 계수가 제시되어 있습니다. 이 값은 비정기적으로 업데이트되기 때문에 항상 GLEC 프레임워크의 최신 버전을 확인해야 합니다(모듈 1). 고온합 바이오 연료와 같은 혁신적인 연료의 경우, 연료 공급업체가 공급 연료에 대한 인증된 배출 계수 값을 보유하고 있을 것입니다.

예를 들어, 하나의 운영 범주 내에서 연료 등급이 다른 3가지 연료를 사용하는 경우 총 온실가스 배출량은 표 13과 같이 계산합니다.

표 11
평균 연료 소비량에 따른 계산

범주:	유형별 총 주행 거리(km)	평균 연료 소비량 l/km	트럭 종류별 소비량
벌크 트럭			
트럭 종류 A	10,000,000	0.26	2,600,000
트럭 종류 B	5,000,000	0.30	1,500,000
범주 내 총 연료 소비량			4,100,000

표 12
연료 소비 비중에 따른 계산

운송 범주	총 연료 소비량에 대한 비중(%)	소비된 연료량 (리터)
기업의 총 연료 소비량		200,000,000
벌크 트럭 (액체/고체)	40%	80,000,000
컨테이너 운송 트럭	30%	60,000,000
냉동냉장 트럭	30%	60,000,000

표 13

연료 종류	소비량(l)	WTW 배출 계수 (kg CO ₂ e/l 연료)	총 배출량 (t) CO ₂ e
디젤	80,000,000	3.44	275,200
디젤 (5% 바이오디젤 혼합)	20,000,000	3.32	66,400
100% 바이오디젤	1,000,000	1.13	1,130
범주에 대한 총 배출량			342,730



4단계: 배출 강도 계산

고객과 정보를 공유할 때 여러분은 1차 데이터(사용된 연료와 그에 따른 배출량)를 고객과 함께 수집하고 공유하는 것을 선호할 수 있습니다. 이를 통해 고객은 3단계처럼 전체 계산 과정을 확인할 수 있습니다. 이 방식은 고객의 물량을 쉽게 식별할 수 있는 전용 운송 계약에 가장 적합할 가능성이 큽니다. 또는 여러분이 고객에게 제공한 운송 작업의 배출 강도를 공유하는 것을 더 선호할 수도 있습니다. 배출 강도를 계산하려면 3단계에서 구한 총 온실가스 배출량과 톤-킬로미터로 표현된 운송 활동량을 알아야 합니다.

이 단계에서는 각 범주에서의 모든 적재 운송에 대한 운송 활동을 계산하고, 각 운송의 톤-킬로미터 값을 합산해야 합니다. 이렇게 하면 해당 범주의 총 tkm을 구할 수 있으며, 개별 고객에 대한 총 tkm을 정확하게 식별할 수

표 14
운송 활동 계산

운송	고객	운송 당 적재 중량(t)	운송 당 적재 이동 거리 (km)	톤-킬로미터 (tkm)
1	고객 A	20	150	3,000
2	고객 B	19	100	1,900
3	고객 B	22	200	4,400
특정 범주에 대해 요청된 기간 동안의 총 tkm			9,300	

있습니다. 운송 활동 계산에 대한 보다 상세한 지침은 GLEC 프레임워크 25페이지의 표3에서 확인할 수 있습니다.²

정확한 운송 활동 계산 방법에 대한 간단한 예시는 표 14를 참조하십시오.

배출 강도는 TOC의 총 배출량을 해당 범주의 톤-킬로미터로 나누어 쉽게 구할 수 있습니다. 이 정보를 사용해 각 범주의 배출량을 계산할 수 있습니다. 표 15의 예시를 참조하십시오.

총 배출량을 특정 TOC에 배정하고, 이를 적재 톤-킬로미터로 나누어 계산된 온실가스 강도 계수에는 해당 운송 범주의 공차 운행, 세척, 재배치 등과 같은 관련 배출량이 포함되게 됩니다. 부록3에 추가적인 계산 예시가 수록되어 있습니다.

표 15

범주	총 배출량 (kg CO ₂ e)	총 운송 활동 (tkm)	온실가스 강도 Kg CO ₂ e /tkm
벌크 트럭	7,680	128,000	0.060
컨테이너 운송 트럭	5,280	6,0000	0.088

5단계: 운송업체가 직접 고객에게 보고

섹션 2의 Chapter1에 있는 지침에 따라 보고합니다. 개별 고객에게 직접 제공하는

활동들을 보고해야 합니다. 이 예시는 벌크 트럭과 컨테이너 운송 트럭 범주를 보여주고 있습니다.

표 16
운송업체가 고객에게 직접 보고할 때의 예시

항목	온실가스 강도 (WTW) CO ₂ e kg/tkm	고객별 tkm****	WTW 온실가스 배출량(kg CO ₂ e)
벌크 트럭 범주	0.060	50,000	3,000
컨테이너 운송 트럭 범주	0.088	10,000	880
총 배출량 kg CO ₂ e			3,880
입력 데이터 유형**	100% 1차 데이터		
운송수단 범위*	도로		
데이터 검증 확인***	데이터는 제3자에 의해 독립적으로 검증되지 않음		
해당 기간	2020.1.1 – 2020.12.31		

*) 이 경우 배출량 계산은 도로 운송에만 해당됩니다.

**) 여러분이 실제 연료 소비량과 톤-킬로미터를 사용함으로 이 계산은 1차 데이터를 기초로 한 것으로 간주됩니다. 만약 하청업체로부터 받은 정보라면 이를 명시해야 합니다. 그런 다음 하청업체의 총 배출량을 별도 항목으로 나열할 수 있습니다. 마찬가지로 실제 소비 데이터가 없는 사업 부문에 기본값을 사용했다면, 해당 기본값이 사용된 사업 부문이나 그 비율을 명시해야 합니다.

***) 신뢰성을 높이기 위해 독립적인 제3자에게 데이터와 계산 방식 검증을 요청할 수 있으나, 아직 일반적인 경우는 아닙니다.

****) 실제 주행 거리나 계획된 거리를 명시해주십시오.

주: 여러 고객에게 특성이 동일한 운송 서비스를 제공하는 경우(예: 혼적 서비스), 결합된 서비스의 배출 강도를 계산하고 해당 서비스를 받는 모든 고객에게 동일한 배출 강도를 보고하는 것은 허용됩니다. 부록 3에 제시된 예시를 참조하십시오.



4.2 하청업체로부터 받은 데이터 관리

운송업체가 운송 서비스 일부를 중개업체에 제공하고, 중개업체가 개별 운송 및 물류 작업을 통합하여 계약된 전체 서비스를 제공하는 경우가 자주 있는데 이는 실제 작업(또는 일부)을 위탁한 것입니다. 이 방식은 종종 계약 관계 내에서 데이터의 가시성과 화학기업과 같은 최종 고객에게 최종 계산 값이 제출되는 방식에 영향을 미치는 경우가 있습니다. 일반적으로 3가지 상황이 발생할 수 있습니다.

- 운송업체가 직접 운송 서비스를 운영하지 않고, 모든 부문을 하나 이상의 운송업체에 하청하는 경우인데, 여러 운송 수단을 활용하는 경우 일 가능성이 있습니다.
- 운송업체가 하나의 운송 방식으로만 운송 서비스를 제공하고, 필요한 경우 다른 운송 수단은 하청을 통해 처리한 후 전체 운송 작업을 완료하는 경우입니다. 복합운송 서비스가 이에 해당합니다.
- 운송업체가 하나의 운송 방식만으로 서비스를 제공하지만, 전반적인 수요 변동을 관리하거나 더 큰 범위의 계약의 일부분으로서 특수 차량이 필요할 때 일부 작업을 하청을 주는 경우가 이에 해당합니다.

주 계약자는 운송업체에게 섹션 4.1에 명시된 양식대로 정보를 요청해야 하며, 이 정보를 자사의 보고서에 활용해야 합니다. 현재까지는 이런 방식이 일반화되지 않았지만 데이터 및 IT 시스템이 개선되어 향후에는 보다 보편화 될 것으로 예상됩니다. 이 데이터가 공유되지 않는 경우, 주 계약자는 하청을 준 서비스 요소에 대해 상세 모델링(섹션 5.3.2) 또는 산업 기본값(섹션 3)을 기반으로 해야 합니다.

복합 운송의 경우, 주 계약자는 섹션 2 Chapter 1에 명시된 대로 전체 복합 운송 서비스에 대한 총 온실가스 배출량과 배출 강도를 보고해야 합니다.

LSP가 화학기업에 보고

마찬가지로 GLEC 프레임워크의 보고 지침 즉, "GLEC 선언"을 따릅니다. LSP는 자사 자산이든 하청을 준 운송 및 물류기업의 자산이든 상관없이 전체 계약 범위 내에서 수행한 활동을 보고해야 합니다. 아래의 예시 보고서는 복합운송 서비스에 대한 것으로 부록 3에서 보다 상세히 설명합니다.

표 17
주 계약자가 고객에게 보고하는 복합 운송 보고서의 예시

범주	온실가스 강도 (WTW) CO ₂ e kg/tkm	고객별 tkm	WTW 온실가스 배출량 (kg CO ₂ e)
복합철도운송 도르마겐에서 이탈리아	0.0172	222,000	3,810
총 배출량 kg CO ₂ e			3,810
입력 데이터 유형*	도로 운송에 대한 1차 데이터; 철도 운송, 환적과 탱크 세척에 대한 기본 데이터		
운송수단 범위	도로 (선행운송과 후속 운송), 환적, 철도(간선 운송) 탱크 세척		
	온실가스 강도 (WTW) CO ₂ e kg/tkm	고객별 tkm	WTW 온실가스 배출량(kg CO ₂ e)
철도	0.0100		2,109
도로	0.0761		845
데이터 검증 확인	데이터는 제3자에 의해 독립적으로 검증되지 않음		
해당 기간	2020.1.1 – 2020.12.31		

* 자사 보유 트럭 운영은 1차 데이터, 하청 운송은 기본 데이터를 사용함.



5. 운송 수단별 화학기업(고객)을 위한 지침

이 지침의 목적은 계약된 운송업체가 섹션 4의 5단계에 명시된 대로 보고서를 제출하여, 섹션 3에서 설명한 각 TOC별로 제공하는 운송에 대해 온실가스 배출량 계산 집계 결과를 제공하도록 하기 위한 것입니다.

제출된 보고서에는 화학기업이 각 TOC별로 화물 운송에서 발생한 온실가스 배출량을 계산할 수 있도록, 모든 운송업체와 TOC에 보고된 배출량을 합산하는데 필요한 정보가 포함되어야 합니다.

물류 서비스 제공업체가 보고를 하지 않거나, 보고 내용이 완전하지 않은 경우 아래의 절차를 수행합니다.

1. 데이터 미보고 시: 섹션 4의 5단계에 명시된 양식으로 데이터를 요청합니다.

2. 물류 서비스 제공업체가 모든 TOC를 포함하는 총 온실가스 배출량(예: CO₂ 또는 CO₂e)만 보고한 경우

a. 섹션 4의 5단계에 명시된 양식에 맞춰 각 TOC별로 분류된 데이터를 요청합니다;
b. 2a 단계가 불가능한 경우, 섹션 5.1에 따라 각 TOC 별로 직접 온실가스 배출량을 계산합니다.

3. 물류 서비스 제공업체가 TOC별로 총 온실가스 배출량(예: CO₂ 또는 CO₂e)만 보고한 경우

- a. 섹션 4의 5단계에서 명시된 대로 각 TOC 별로 배출 강도와 운송 활동 데이터를 요청합니다.
- b. 3a 단계가 불가능한 경우, 섹션 5.1에 따라 온실가스 배출량을 계산하여 운송업체가 각 TOC별로 제출한 총 온실가스 배출량 값이 타당한지 검토합니다. 신뢰성이 떨어진다고 생각되는 경우 자체 계산 결과값을 사용하고 운송업체와 협력해 그들이 완전한 보고를 하지 못하는 이유를 파악하려 노력합니다.

4. 물류 서비스 제공업체가 각 TOC 별 온실가스 배출 강도만 보고한 경우

- a. 섹션 4의 5단계에 명시된 대로 배출 강도와 운송 활동 데이터를 요청합니다.
- b. 4a 단계가 불가능한 경우, 제출된 온실가스 배출 강도를 해당 TOC의 기본 배출 강도와 비교합니다. 운송업체가 제출한 온실가스 배출 강도가 믿을 만하다고 판단되면, 섹션 5.1에 따라 운송업체가 제출한 배출 강도를 사용하여 온실가스 배출량을 계산합니다. 신뢰성이 떨어진다고 생각되는 경우, TOC의 기본 온실가스 배출 강도를 사용하여 섹션 5.1에 따라 온실가스 배출량을 계산하고, 운송업체와 협력해 그들이 완전한 보고를 하지 못하는 이유를 파악하려 노력합니다.

5.1 화학기업의 계산

물류 서비스 제공업체가 제출한 데이터가 불완전한 경우, 화학기업은 아래 공식을 이용해 각 TOC별 온실가스 배출량을 계산해야 합니다.

$$\text{온실가스 배출량 (CO}_2\text{e 증량)} = \text{온실가스 배출 강도 (CO}_2\text{e 증량 / tkm)} \times \text{운송 활동 (tkm)}$$

운송업체가 제공한 온실가스 배출 강도를 믿을 수 있으면 그 값을 사용하고 그렇지 않으면 해당 TOC의 기본 산업 배출 강도를 사용합니다.

물류 서비스 제공업체가 온실가스 배출 강도만 제출하고 관련 tkm 데이터를 제공하지 않을 경우, 전체 배출량이 과소 추정될 위험이 있습니다. 이러한 경우, 경로 계획자가 계산한 계획된 거리보다 실제 차량이 이동한 거리가 일반적으로 더 길다는 점을 고려해 거리 조정 계수 5%를 추가로 적용해야 합니다.

$$\text{온실가스 배출량 (CO}_2\text{e 증량)} = \text{온실가스 배출 강도} \times \text{화학기업의 운송활동 추정값} \times 1.05$$

혼재 운송에도 1.05라는 계수를 적용해야 하는데, 이는 운송업체의 네트워크나 중간 경유지에서의 화물 적재 및 하역을 위해 우회하면서 발생하는 추가 거리를 보정하기 위한 것입니다.

5.2 데이터 확인

운송업체와 고객 간의 온실가스 배출량 보고가 아직 일반적이지 않기 때문에 초기 단계에서는 보고 데이터에 오류가 있을 가능성이 높습니다. 운송업체의 계산에 영향을 미치는 일반적인 오류 중 고객이 알아야 할 사항은 다음과 같습니다.

- 불완전한 보고: 운송업체 보고 내용에 tkm 값을 포함해야 하는 중요한 이유 중 하나입니다. 화학기업은 계약된 운송 물량을 알고 있으므로 누락된 운송 활동이 있는지 빠르게 파악할 수 있습니다.
- 운송활동의 계산이 부정확하면 배출 강도 계산도 부정확해집니다. GLEC 프레임워크의 Chapter2의 상세 지침을 준수하십시오.

주: 운송업체의 운송 활동이 화학기업이 예상한 것보다 약간 높은 것이 정상입니다. 출발지와 도착지, 경로를 파악하고 있더라도 실제 주행 거리는 거의 언제나 계획된 거리보다 길기 때문에 이러한 차이가 발생할 수 있습니다. 하지만 혼재 운송이나 LTL 운송의 경우 차이가 상당히 클 수 있는데 이는 화학기업이 운송업체의 네트워크를 상세히 알지 못할 가능성이 크고, 중간 환적 지점이나 물류센터의 위치가 전체 주행 거리에 크게 영향을 미칠 수 있기 때문입니다.



- 부정확한 배출 계수 사용 – 주로 well-to-wheel 값 대신 tank-to-wheel 값을 사용하는 사례가 많습니다. 이 경우 총 배출량과 배출 강도가 예상보다 부정확하게 정확하게는 더 낮게 나타납니다.
 - 계산 시 공차 주행 배출량을 포함하지 않은 경우. 예상보다 총 배출량과 배출 강도가 지속적으로 낮게 나타납니다. 특히 공차 운행 비율이 높은 전용 운송에서 그 차이가 더욱 두드러집니다.
 - 컨테이너나 탱크 컨테이너 같은 운송 장비의 중량을 적재 화물 중량에 포함시키고 그에 따라 운송 활동(tkm)에도 반영되는 경우, 예상보다 총 배출량과 배출 강도가 일관되게 낮게 나타납니다.
- 앞으로 이러한 유형의 데이터 공유가 보편화되면 저렴하고 효율성이 높은 상용 데이터 검증 서비스가 제공될 가능성이 높습니다.

5.3 대체 가능한 계산 방법

지금까지의 설명은 표준 보고 방법이며, 운송업체가 제공한 집계 데이터를 사용하고, 화학 부문의 기본 배출 강도를 대안으로 사용하는 것인데 그 외의 다른 방법도 사용할 수 있습니다.

5.3.1 화물 단위 데이터

섹션 4의 4단계에서 설명한 것과 같이, 여러분의 운송업체가 기꺼이 여러분과 1차 데이터를 공유하고 이를 통해 전체 계산 과정을 확인할 수 있습니다. 이렇게 하면 배출량 사용에 적용한 계산 방법과 데이터에 대한 불확실성을 줄이는 데 도움이 될 수 있습니다. 전용 운송의 경우 장기 계약을 통해 운영 효율을 높이는 진정한 협력 관계 구축이 가능하므로, 1차 데이터의 확보 가능성성이 더 높습니다. 반면, 공동 운송의 경우에는 업무상 기밀인 정보가 노출될 수 있기 때문에 이 방법이 적합하지 않을 가능성이 높습니다.

이 정도 수준의 데이터 투명성은 온실가스 관련 성과에 영향을 미치는 근본적인 문제를 이해하는 데 유용할 수 있습니다. 그러나 기업의 보고는 일반적으로 1년 단위로 이뤄지므로, 이의 공유를 통한 운영 효율성 및 배출량 저감 기회를 사전에 파악하는 데 더욱 유용합니다.

운송 업체와 협력해 화물 단위 수준의 데이터를 확보할 수 있다면, 공차 운행과 관련된 배출량을 제외하고 싶다는 유혹을 이겨내야 합니다. 도로 운송 부문에서 공차 운행의 영향을 포함시키는데 가장 널리 인정되는 방법은 전체 TOC에서 평균 공차 운행 수준을 계산하고, 이 값을 tkm 비율에 따라 적재 운행에 따른 배출량에 적용하는 것입니다.

5.3.2 모델링 한 배출량

온실가스 배출량 모델링은 이미 잘 확립된 방법이며, Smart Freight Centre에서는 여러분 틀들을 검토해 GLEC 프레임워크에 부합하는 것으로 틀들을 인증했습니다. 상세한 최신 정보는 www.smartfreightcentre.org에서 확인할 수 있습니다. 이러한 모델을 사용하면 기본값에 의존하지 않고 구체적 운송 특성 맞게 계산된 값을 조정할 수 있다는 장점이 있습니다. 기본값은 본질적으로 일반적인 대표 값일 뿐이기 때문입니다. 또한, 모델링을 통해 실제 실험에 투자하기 전에, 첫 번째 단계로 배출량을 저감할 수 있는 다양한 옵션을 평가하는 데 유용합니다.

6. 기본값 업데이트를 위한 권장 사항

전 세계적인 기후 위기의 심각성에 대한 관심이 높아짐에 따라 업계와 기업의 배출량 감소 목표에 대한 진행 상황을 추적하기 위해 정확하고 투명한 온실가스 보고에 대한 중요성도 커지고 있습니다. 이에 따라 온실가스 계산 및 보고라는 큰 주제에 대한 기술적, 절차적인 업데이트가 지속적으로 진행되고 있습니다. 따라서 향후 GLEC 프레임워크와 이러한 지침들이 업데이트 될 것으로 예상되며, 이에 따라 기본 배출 강도에 대한 방법론과 접근 방법도 영향을 받을 것입니다.

몇 가지 예시로는 다음과 같은 것들이 있을 수 있습니다.

- 1차 데이터에 대한 접근성이 향상되고 표준 산업 관행이 명백히 변화함에 따라 공차 운행과 일반적인 적재율의 수준이 변화할 것입니다.
- 업데이트된 디젤의 배출 계수가 발표되고, 일부 또는 모든 운송 방식에서 화학제품 운송 부문에 새로운 저배출 연료가 보편적으로 도입됨에 따라 기본 온실가스 배출 강도가 수정될 것입니다.
- 운송업체 및/또는 화주에 대해 보다 상세한 보고가 요구될 것입니다. 예를 들어, 전체 배출량 값을 well-to-tank와 tank-to-wheel 요소까지 분리하여 보고하라는 요청이 있을 수 있습니다.
- 입법 기관이 특정 운송 수단에 대한 기준 데이터 관리 방식을 개선할 수 있습니다. 예를 들어 IMO는 다양한 선박 범주 간에 일부 중복이 있다는 점을 인식하고 있으며, 특히 화학물질 및 석유 탱커는 크기 분류가 서로 다른 데도 불구하고 일부 선박은 서로 교차 사용이 가능하다는 점에 주목하고 있습니다. 또한 선박 크기 등급 기준에서 선박 크기와 예상 배출량 사이의 연속적 관계로 전환하자는 요구도 있습니다. 이러한 문제들은 IMO 차원에서 검토 중이며, 논의 결과에 따라 기본 배출 강도를 계산하는 방식이 수정될 수 있습니다.



부록 1: 도로 운송: 기본값 표

표 18

B5 디젤/바이오 디젤 혼합 연료를 사용하는 표준 굴절 트럭(특수 장비 없음)의 배출 강도

트럭의 공차 운행 비율(% km)	기본 배출 강도 g CO ₂ e / WTW 기준 tkm											
	적재량 (t)											
8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28		
0%	117	97	84	74	67	62	58	54	51	49	46	
2%	119	99	85	76	68	63	58	55	52	49	47	
4%	121	100	87	77	70	64	59	56	52	50	48	
6%	123	102	88	78	71	65	60	56	53	51	48	
8%	125	104	90	79	72	66	61	57	54	51	49	
10%	127	106	91	81	73	67	62	58	55	52	50	
12%	130	108	93	82	74	68	63	59	56	53	50	
14%	133	110	94	84	75	69	64	60	56	54	51	
16%	135	112	96	85	77	70	65	61	57	54	52	
18%	138	114	98	87	78	72	66	62	58	55	53	
20%	141	117	100	89	80	73	67	63	59	56	53	
22%	144	119	102	90	81	74	69	64	60	57	54	
24%	148	122	104	92	83	76	70	65	61	58	55	
26%	151	124	107	94	85	77	71	67	63	59	56	
28%	155	127	109	96	87	79	73	68	64	60	57	
30%	159	131	112	99	89	81	74	69	65	62	58	
32%	163	134	115	101	91	83	76	71	67	63	60	
34%	167	137	118	103	93	84	78	72	68	64	61	
36%	172	141	121	106	95	87	80	74	70	66	62	
38%	177	145	124	109	98	89	82	76	71	67	64	
40%	182	149	127	112	100	91	84	78	73	69	65	
42%	188	154	131	115	103	94	86	80	75	70	67	
44%	194	159	135	119	106	96	89	82	77	72	68	
46%	200	164	140	122	109	99	91	84	79	74	70	
48%	207	169	144	126	113	102	94	87	81	76	72	
50%	215	175	149	131	117	106	97	90	84	79	74	

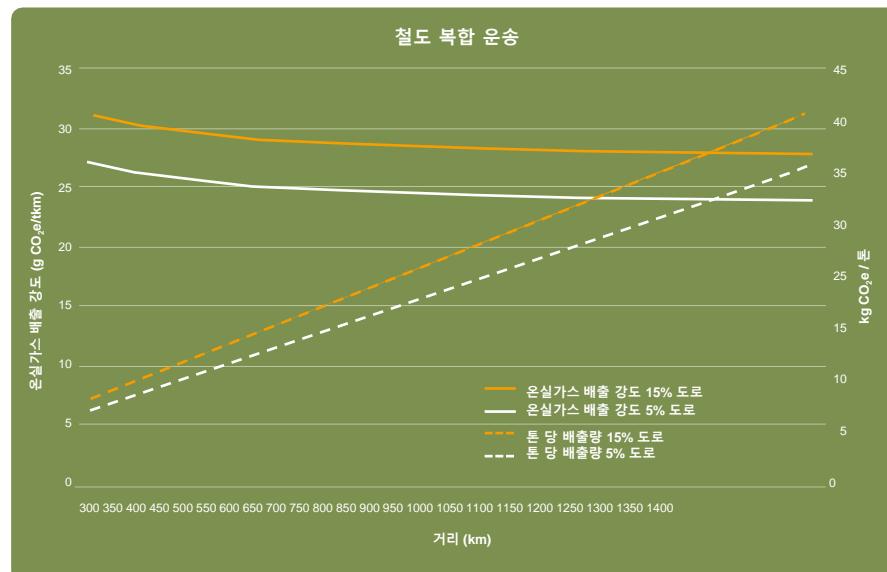
부록 2: 거리에 따른 복합운송의 온실가스 배출 강도

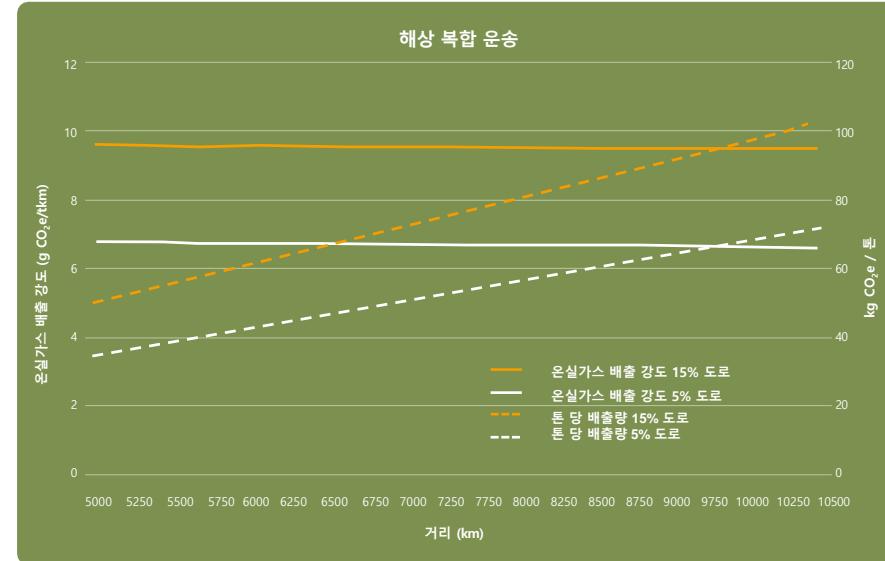
아래 그래프는 섹션 3.8에서 제시한 4가지 복합 운송 예시에 대한 온실가스 배출 강도와 거리 간의 관계를 보여줍니다. 해당 섹션에서 설명한 바와 같이, 복합 운송에 기본 온실가스 배출 강도를 배정하는 것은 개별 운송 방식에 비해 변수가 많기 때문에 불확실성이 훨씬 커집니다. 따라서, 그래프는 선형 운송, 간선 운송, 후속 운송 각각에 대한 적재 및 공차 운행을 결합한 관계만을 보여준다는 점에 주의해야 합니다. 하지만 물류 거점에서 발생하는 배출량이 더 큰 운송 활동에 분산됨에 따라 배출 강도가 약간 감소하는 것으로 나타나는 것은 의미가 있는 현상입니다. 동시에 제품 톤당 총 배출량이 증가하는 것은 거리와 선형 관계를 가지며, 이는 복합운송 방식을 사용하더라도 공급망의

거리가 길어질수록 총 온실가스 배출량에 미치는 영향을 보여줍니다. 다중 옵션을 사용할 때에도 마찬가지입니다. 또한 도로를 통해 운송 거리의 비율을 줄이는 것이 각 복합운송 방식에 어떤 영향을 미치는지도 보여줍니다.

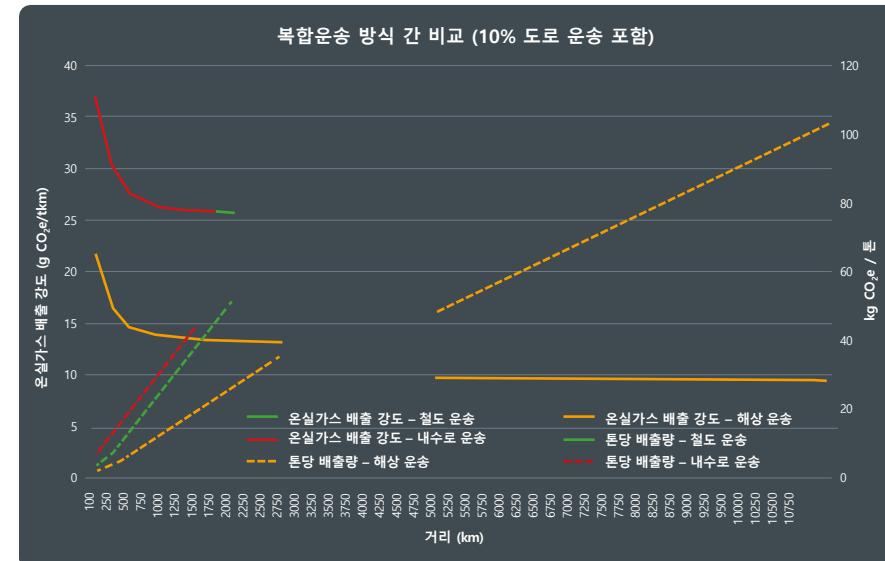
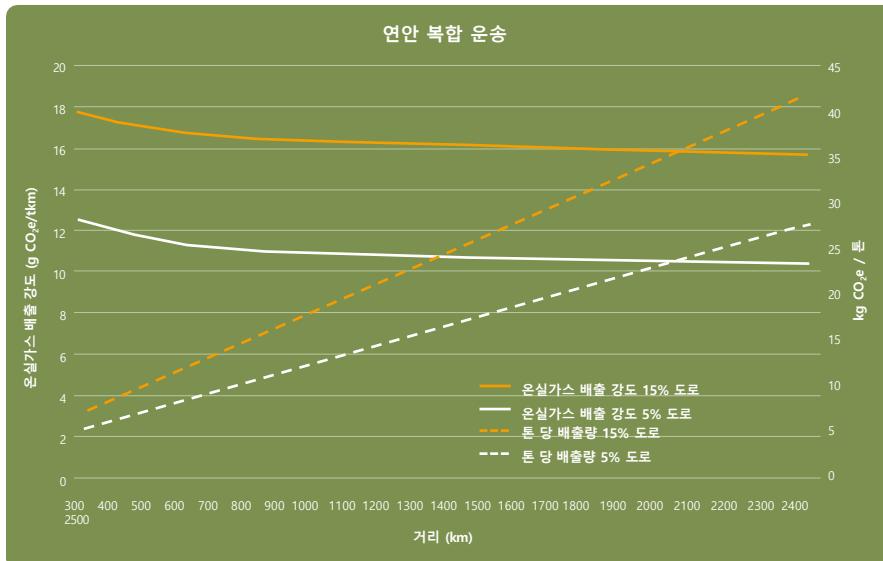
표시된 거리 범위는 각 복합운송 방식에서 예상할 수 있는 범위를 나타내지만, 예외적인 상황에서는 어느 방향으로든 확장될 수 있습니다.

각 상황 별 관계는 다음과 같습니다.
전체적인 배출 강도 = (주요 운송수단 거리 비율(%)) x 주요 운송수단 배출 강도 + (도로 운송 거리 비율(%)) x 도로 운송 배출 강도 + (2 x 취급 현장 강도 / 총 거리)





다음 그레프는 도로를 통한 표준적인 10% 선행 및 후속 운송 요소를 포함했을 때 운송수단 간에 어떤 차이가 있는지 보여줍니다. 특히 연안 운송 거리가 정확한 경로에 따라 철도나 내수로 운송보다 상당히 길어질 수 있으므로, 일반적인 배출 강도에만 의존하지 말고 정확한 옵션을 검토하는 것이 중요합니다.





부록 3: 계산 예시

도로 운송

화학기업의 계산 방법

도로 운송 예시 1

Level 3 계산

현재 운송 방식으로 포장화물 10톤을 도로를 통해 두 지점간 최단 거리인 250km를 운송하는 경우의 온실가스 배출량은 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

고객이 화물이 현재 운송 방식으로 운송된다는 것을 알고 있다면, 계산은 섹션 3.2의 표에서 제시한 레벨 3 WTW 온실가스 배출 강도인 82 g CO₂e/tkm부터 시작합니다.

섹션 5.1의 방정식을 사용해 온실가스 배출량을 추정할 수 있습니다.

$$\text{온실가스 배출량 (CO}_2\text{e 증량)} = \text{온실가스 배출 강도} \times \text{고객 운송 활동 추정값} \times 1.05$$

(이 현재 운송에서의 실제 운송 거리에 대한 정보가 없으므로 거리 조정 계수를 적용합니다.)

$$\text{온실가스 배출량} = 82 \text{ g CO}_2\text{e/tkm} \times 10 \text{ t} \times 250 \text{ km} \times 1.05 = 215.25 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

운송업체/LSP가 제공한 정보를 사용해 계산

운송 서비스 제공업체는 이번 운송과 관련해 아래의 정보를 제공할 수 있습니다.

본 보고서는 모든 고객에 대한 한 달 동안의 현재 운송 전체 운영에 대해 다루고 있습니다. 운송 활동 값은 특정 고객에 대한 운송 활동량입니다. 해당 특정 화물과 관련된 tkm를 확인할 수 없는 경우, 다음과 같이 계산합니다.

$$\text{온실가스 배출량} = 61.7 \text{ g CO}_2\text{e/tkm} \times 10 \text{ t} \times 250 \text{ km} \times 1.05 = 161.96 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

(별도로 명시되지 않은 경우, 제출된 온실가스 강도는 실제 거리를 기초로 한 것으로 가정해 거리 조정 계수 1.05를 적용합니다.)

그러나 운송업체에서 이 화물의 실제 운송 활동이 2600 tkm라는 것을 확인했다면, 다음과 같이 보다 정확하게 계산할 수 있습니다.

$$\text{온실가스 배출량} = 61.7 \text{ g CO}_2\text{e/tkm} \times 2600 \text{ tkm} = 160.42 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

표 19
도로 운송 보고 예시

항목	온실가스 강도 (WTW) CO ₂ e kg/tkm	고객별 tkm	WTW 온실가스 배출량 (kg CO ₂ e)
일반 화물 현재 운송	0.0617	28,600	1764.62
총 배출량 kg CO ₂ e			1764.62
입력 데이터 유형	100% 1차		
운송수단 범위	도로운송		
데이터 검증 확인	데이터는 제3자에 의해 독립적으로 검증되지 않음		
해당 기간	2021년 3월		



도로 운송 예시 2

Level 3 계산

현재 운송으로 포장화물 8톤을 도로를 통해 두 지점간 최단 거리인 510km를 운송하는 경우의 온실가스 배출량은 다음과 같이 계산할 수 있습니다.

고객이 화물이 현재 운송 방식으로 운송된다는 것을 알고 있다면, 마찬가지로 계산은 섹션 3.2의 표에서 제시한 레벨 3 WTW 온실가스 배출 강도인 82 g CO₂e/tkm부터 시작합니다.

섹션 5.1의 방정식을 사용하여 온실가스 배출량을 추정할 수 있습니다.

$$\text{온실가스 배출량 (CO}_2\text{e 종량)} = \text{온실가스 배출 강도} \times \text{고객 운송활동 추정값} \times 1.05$$

(이 현재 운송에서의 실제 운송 거리에 대한 정보가 없으므로 거리 조정 계수를 적용합니다.)

$$\text{온실가스 배출량} = 82 \text{ g CO}_2\text{e/tkm} \times 8 \text{ t} \times 510 \text{ km} \times 1.05 = 351.29 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

운송업체//LSP가 제공한 정보를 사용해 계산

운송 서비스 제공업체는 이번 운송과 관련해 아래의 정보를 제공할 수 있습니다.

본 보고서는 모든 고객에 대한 한 분기 동안의 현재 운송 전체 운영에 대해 다루고 있습니다. 운송 활동 값은 특정 고객에 대한 운송 활동량입니다. 해당 특정 화물과 관련된 tkm를 확인할 수 없는 경우, 다음과 같이 계산합니다.

$$\text{온실가스 배출량} = 54.9 \text{ g CO}_2\text{e/tkm} \times 8 \text{ t} \times 510 \text{ km} \times 1.05 = 235.19 \text{ kg CO}_2\text{e}$$

운송업체가 이 선적의 실제 운송 활동을 확인할 수 없다면, 위의 계산값이 고객에게 제공할 수 있는 최선의 값입니다.

표 20
도로 운송 보고 예시

항목	온실가스 강도 (WTW) CO ₂ e kg/tkm	고객별 tkm	WTW 온실가스 배출량 (kg CO ₂ e)
일반 화물 현재 운송	0.0549	300,000	16,470
총 배출량 kg CO ₂ e			16,470
입력 데이터 유형	100% 1차 데이터		
운송수단 범위	도로운송		
데이터 검증 확인	데이터는 제3자에 의해 독립적으로 검증되지 않음		
해당 기간	2021년 1분기		



표 21
여러 요소(수단)으로 구성된 운송망의 예시

출발 지점	도착 지점	적재 화물 (t)	거리 (km)	활동 (tkm)	연료(t)
데포	A	0	30	0	8
A	B	10	20	200	6
B	C	23	240	5520	79
C	데포	0	260	0	65
데포	A	0	30	0	8
A	B	10	20	200	6
B	C	23	240	5520	79
C	데포	18	260	4680	83
데포	E	18	40	720	13
E	데포	12	40	480	12
데포	A	12	30	360	9
A	C	25	255	6375	87
C	데포	18	260	4680	83
데포	E	18	40	720	13
E	데포	0	40	0	10
총 계			29455	561	
전체 연료 강도				0.0190 l/tkm	
전체 온실가스 배출 강도 (디젤 연료 배출 계수 : 3.44 kg CO₂e /리터)					65.4 g CO₂e/tkm

운송업체의 계산 방법

도로운송 예시 1

운송 회사가 훈재 운송 시 온실가스 배출 강도를 계산하는 절차를 간단하게 예시로 표현한 것입니다. 실제 네트워크 계산에서는 더 많은 데이터가 필요하기 때문이 전문 소프트웨어 솔루션의 필요성이 높아지고 있습니다.

운송망의 각 요소에 포함된 차량 운영에 대한 내용은 표 21을 참조하십시오.

A에서 B를 경유해 C로 10톤의 화물을 운송할 때의 운송 활동
 $= 10 \text{ t} \times (20 + 240) \text{ km} = 2600 \text{ tkm}$

C에서 데포를 경유해 E로 18톤의 화물을 운송할 때의 운송 활동
 $= 18 \text{ t} \times (260 + 40) \text{ km} = 5400 \text{ tkm}$



표 22
복잡한 여러 요소로 구성된 운송망의 예시

출발지	도착지	적재 화물 (t)	거리 (km)	활동 (tkm)	연료 (t)
물류 허브 A	O	24	20	480	8
O	P	18	4	72	1
P	Q	6	15	90	4
Q	R	14	20	280	6
R	S	8	4	32	1
S	T	12	18	216	5
T	U	18	16	288	5
U	물류 허브 A	22	9	198	3
물류 허브 A에서의 취급 배출량 : $0.6 \text{ kg CO}_2\text{e/t} = 0.6 \times 22 = 13.2 \text{ kg}$					
물류 허브 A	물류 허브 B	22	485	10670	160
물류 허브 B에서의 취급 배출량 : $0.6 \text{ kg CO}_2\text{e/t} = 0.6 \times 22 = 13.2 \text{ kg}$					
물류 허브 B	C	22	12	264	4
C	D	14	16	224	5
D	E	17	5	85	1
E	F	11	14	154	4
F	G	16	23	368	7
G	H	8	8	64	2
H	I	12	20	240	2
I	물류 허브 B	20	8	160	3
물류 허브 B	물류 허브 A	20	485	9700	158
총 계					
				23585	379
전체 연료 강도					
					0.0161 t/tkm
전체 운송 배출량					
					$379 \times 3.44 = 1303.76 \text{ kg CO}_2\text{e}$
총 배출량					
					$1303.76 + 2 \times 13.2 = 1330.16 \text{ kg CO}_2\text{e}$
전체 온실가스 배출 강도					
					$1330.16 / 23585 = 56.4 \text{ g CO}_2\text{e/tkm}$

운송업체의 계산 방법

도로 운송의 예시 2

운송 회사가 혼재 운송 시 온실가스 배출 강도를 계산하는 절차를 간단하게 예시로 표현한 것입니다. 실제 네트워크 계산에서는 더 많은 데이터가 필요하기 때문에 전문 소프트웨어 솔루션의 필요성이 높아지고 있습니다.

운송망의 각 요소에 포함된 차량 운영에 대한 내용은 표 22을 참조하십시오.

Hub&Spoke 혼재 운송에 대한 최적의 계산 방법은 집하와 배송 요소를 간선 운송 요소와 분리하는 것입니다. 집하와 배송 요소는 각 집하 및 배송 지점과 물류 허브 간의 직접 거리를 사용하여 각 화물에 배출량을 할당하는 방식으로 계산합니다. 이렇게 하면 특정 운송 구간에서 화물이 배치된 순서에 따라 세부 배출량 계산이 달라지는 것을 방지할 수 있습니다.

실제로 위의 네트워크 값을 사용해 운송업체가 고객에게 전체 온실가스 배출 강도를 제출할 수 있으며, 고객은 변동성을 고려해 거리 조정 계수 5%를 적용할 수 있습니다.



복합 운송

도르마겐에서 이탈리아까지의 도로/철도 복합운송으로 ISO 컨테이너를 총 1850km에 걸쳐 운송하며, 주문 화물은 7개로 총 중량은 120톤입니다.

화학기업의 계산 방법

화학기업의 옵션은 다양하지만, 기본적으로 섹션 3에서 소개한 레벨 및 기본값을 적용하며, 회사가 사용할 수 있는 정보의 양을 이 값에 반영합니다.

레벨 1 : 정보가 제한적인 경우

아주 최소한의 정보만 갖고 있다면 화학기업은 섹션 3.8의 표를 참고해야 하며, 철도 복합 운송의 기본값인 29.4g CO₂e/tkm(거리 기준 도로 운송 비율이 15%일 때)을 화물 7개의 총 운송 활동인 120 x 1850 = 222000 tkm에 합해야 합니다.

또한, 7개의 탱크 세척으로 인한 배출량을 표준 계수인 86.6kg CO₂e를 적용해 추가해야 합니다.

따라서 레벨 1의 총 온실가스 배출량은 29.4g CO₂e/tkm x 222000 tkm + 7번의 탱크 세척 배출량 x 86600g CO₂e/탱크 세척 = 7133000g CO₂e 즉, 7.13t CO₂e로 추정할 수 있습니다.

레벨 2 : 정보가 중간 수준인 경우

추가 정보를 확보하면 계산을 더 세밀하게 조정할 수 있으며 섹션 3의 운송수단별 기본값 중 일부를 적용해 부록 2의 방정식을 사용할 수 있습니다.

예시:

- 화학기업은 도로 운송거리가 전체 거리의 5%에 불과하다는 것을 알 수 있습니다.
- 화학기업은 도로 구간에 대해 일반 탱크 컨테이너의 평균값인 61g CO₂e/tkm을 적용할 수 있습니다.
- 화학기업은 철도 구간에 대해 트랙 컨테이너의 평균 온실가스 배출 강도인 17g CO₂e/tkm을 적용할 수 있습니다.
- 화학기업은 간선 운송 양 끝단에서 도로와 철도 간 전환 시에 GLEC 프레임워크에서 제시하는 평균 환적 배출 강도인 600g/t를 적용할 수 있습니다.

이 매개변수들을 사용하면 전체 배출 강도는 $0.95 \times 17 + 0.05 \times 61$ 강도 + $(2 \times 600 / 1850) = 19.85$ g CO₂e/tkm이 됩니다.

또한, 표준 계수인 86.6kg CO₂e를 적용하여 7번의 탱크 세척 배출량을 더해야 합니다.

따라서 레벨 2의 총 온실가스 배출량은 $19.85 \times 222000 + 7 \times 86600 = 5012900$ g CO₂e 또는 5.01t CO₂e로 추정할 수 있습니다.

레벨 3 : 정보가 상세한 경우

화학기업은 각 구간에 대해 보다 상세한 정보를 확보해 다음과 같이 더욱 자세하게 계산할 수 있습니다.

도로 구간 1(선행 운송)

거리는 40km이며, 7개 화물의 총 중량이 120t으로, 화물의 평균 중량은 17.1t입니다.

17.1t의 화물과 평균 탱크 컨테이너 공차율 19%에 해당하는 맞춤형 배출 강도는 부록 1의 표에서 아래 4가지 값 사이에 위치합니다.



따라서 배출 강도는 약 76.1g CO₂e/tkm가 됩니다.

도로 구간 1의 운송 총 온실가스 배출량은 $120t \times 40km \times 76.1$ g CO₂e/tkm = 365280g CO₂e가 됩니다.

환적 1

도로와 철도 간 환적 시 평균 환적 배출 강도는 600 g/t입니다.

도로 구간 1과 철도 운송 사이의 배출량은 $600 \text{ g/t} \times 120 \text{ t} = 72000 \text{ g CO}_2\text{e}$ 입니다.

철도 구간(간선 운송)

거리는 1757.5km이며, 전기 견인 방식입니다.

섹션 3.3의 표를 통해 전기 견인식 트랙 컨테이너의 온실가스 배출 강도는 10g CO₂e/tkm임을 알 수 있습니다.

철도 구간 1의 총 운송 온실가스 배출량은 $120t \times 1757.5\text{km} \times 10\text{g CO}_2\text{e/tkm}$
= 2109000g CO₂e입니다.

환적 2

환적 2의 배출량은 환적 1과 동일하다고 추정합니다.

도로 구간 2 (후속 운송)

거리는 52.5km이며, 특정 운송업체의 데이터가 없을 경우 도로 구간 2의 배출 강도는 도로 구간 1과 동일하게 76.1 g CO₂e/tkm을 적용합니다.

도로 구간 2의 총 운송 온실가스 배출량은 $120t \times 52.5\text{km} \times 76.1 \text{ g CO}_2\text{e/tkm}$
= 479430g CO₂e입니다.



복합운송 과정의 총계

레벨 3 총 온실가스 배출량은 개별 운송 구간의 배출량을 합한 값입니다.

구성 부분	총온실가스 배출량 (t CO ₂ e)
도로 구간 1	0.37
환적 1	0.07
철도 구간	2.11
환적 2	0.07
도로 구간 2	0.48
탱크 세척	0.61
총계	3.70

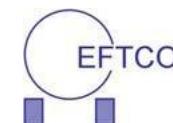
물류 서비스 제공업체가 데이터를 입력하는 경우

위의 예시에 대한 LSP의 보고서는 (섹션 4.2에 나타난 것과 같이) 다음과 같습니다.

표 23
예시 : 주 계약업체가 고객에게 제출하는 복합운송 보고서

항목	온실가스 강도 (WTW) CO ₂ e kg/tkm	고객별 tkm	WTW 온실가스 배출량 (kg CO ₂ e)
철도 복합운송 도르마겐(독일)에서 이탈리아까지	0.0167	222,000	3,704
총 배출량 kg CO ₂ e	3,704		
입력 데이터 유형	도로 운송에 대한 1차 데이터; 철도, 환적 및 탱크 세척에 대한 기본 데이터		
운송수단 범위	도로 (선행 및 후속 운송), 환적, 철도 (간선 운송), 탱크 세척		
온실가스 강도 (WTW)CO ₂ e kg/tkm	고객별 tkm	WTW 온실가스 (kg CO ₂ e)	
철도	0.0100	210,900	2,109
도로	0.0761	11,100	845
데이터 검증 확인	데이터는 제3자에 의해 독립적으로 검증되지 않음.		
해당 기간	2020.1.1 – 2020.12.31		

부록 4: 협력기관



4

부록 단위 변환



섹션 4 목차 페이지로 돌아가려면 여기를 클릭하세요.

4

부록:
단위 변환



표 1
거리

변환 전	변환 후	배율
Foot (ft)	Meter (m)	0.304 8
Yard (yd)	m	0.914 4
International Mile (mi)	m	1.609 344
Nautical Mile (nmi)	Kilometer (km)	1.852

표 2
무게

변환 전	변환 후	배율
Short ton (2000 lb)	Metric ton (t)	0.907 184 74
Long or imperial ton (2240 lb)	t	1.016 047
US pound (lb)	t	0.000 453 592
Kilogram (kg)	t	0.001
US Gallon	Liter (l)	3.785 411 784
Short ton-mile (ton-mi)	t-km	1.46

컨테이너 운송에
특화된 변환

(출처: ISO 14083:2023,
본 출처: IMO 및
EcoTransIT.)

표 3
20피트 컨테이너 단위(TEU)

화물 유형	TEU당 톤
경량 화물	6
평균 화물	10
고중량 화물	14.5
공 컨테이너	2

표 4
대체 컨테이너 유형

화물 유형	TEU 변환 계수 (TEU 등가량)
20피트 표준 및 하이큐빅 컨테이너	1.0
40' 표준 컨테이너	2.0
40' 하이큐빅 컨테이너	2.25

약어

CCAC	Climate and Clean Air Coalition	기후 및 청정 대기 연합	FTL	Full Truck Load	독차운송
CC	Clean Cargo	클린 카고	GCD	Great Circle Distance	대원 거리
CDP	Carbon Disclosure Project	탄소 정보 공개 프로젝트	GHG	Greenhouse Gas	온실가스
CH₄	Methane	메탄가스	GIS	Geographic Information System	지리정보시스템
CNG	Compressed Natural Gas	압축천연가스	GLEC	Global Logistics Emissions Council	세계 물류 배출 위원회
CO₂	Carbon Dioxide	이산화탄소	GPS	Global Positioning System	위성항법시스템
CO₂e	Carbon Dioxide Equivalent	이산화탄소 등가량	GVW	Gross Vehicle Weight	차량 총중량
CORSIA	Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation	국제항공 탄소 상쇄 및 감축 제도	GWP	Global Warming Potential	지구온난화지수
COVID-19	Coronavirus Disease 2019	코로나19	HBEFA	Handbook of Emission Factors ("Emissionsfaktorhandbuch")	도로 교통 부문 배출 계수 핸드북
CSR	Corporate Sustainability Reporting	기업 지속가능성 보고	HFCs	Hydrofluoro-Carbons	수소불화탄소
DQA	Data Quality Assurance	데이터 품질 보증	HFO	Heavy Fuel Oil	중유
DAF	Distance Adjustment Factor	거리 조정 계수	HGV	Heavy Goods Vehicle	대형화물차
DJSI	Dow Jones sustainability Index	다우존스 지속가능성 지수	HOC	Hub Operation Category	물류 허브 운영 범주
EC	European Commission	유럽연합 집행위원회	HPDI	High-Pressure Direct Injection	고압 직분사
EEDI	Energy Efficiency Design Index	에너지 효율 설계 지수	IATA	International Air Transport Association	국제항공운송협회
EEOI	Energy Efficiency Operational Indicator	운항 에너지 효율 지수	ICAO	International Civil Aviation Organization	국제민간항공기구
eGRID	Emissions & Generation Resource Integrated Database	(美)배출 및 발전 자원 통합 데이터베이스	ICC	International Chamber of Commerce	국제상공회의소
ERTAC	Eastern Regional Technical Advisory Committee	(美)동부지역 기술자문위원회	ICT	Information and Communications Technology	정보통신기술
EU	European Union	유럽연합	IEA	International Energy Agency	국제에너지기구
EU ETS	European Union Emissions Trading System	유럽 탄소배출권 거래제도	IMO	International Maritime Organization	국제해사기구

약어

IPCC	Intergovernmental Panel On Climate Change	기후 변화에 관한 정부간 협의체	OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	경제협력개발기구
ISO	International Organization for Standardization	국제표준화기구	Peq	Passenger equivalent	승객 환산 단위
ITF	International Transport Forum	국제 운송 포럼	PFCs	Perfluoro-Carbons	과불화탄소
kg	Kilogram	킬로그램	RAILISA	RAIL Information System and Analyses	철도 정보시스템 및 분석
kJ	Kilojoule	킬로줄	RED2	Renewable Energy Directive(EU)	EU 재생에너지 지침
KPI	Key Performance Indicator	핵심성과지표	REff Tool®	Resource Efficiency Tool	자원 효율성 도구
kWh	Kilowatt-hour	킬로와트시	RP	Recommended Practice	권장 규격
LEARN	Logistics Emission Accounting & Reduction Network	물류배출량 산정 및 감축 네트워크	SAF	SAF: Sustainable Aviation Fuel	지속가능 항공연료
LNG	Liquefied Natural Gas	액화천연가스	SBTi	Science-Based Targets initiative	과학기반 감축 목표 이니셔티브
LPG	Liquefied Petroleum Gas	액화석유가스	SDA	Sustainable Development Agenda	지속가능한 발전 의제
LSP	Logistics Service Provider	물류 서비스 제공업체	SF6	Sulphur Hexafluoride	육불화황
LTL	Less than Truck Load	흔적 화물	SFC	Smart Freight Center	스마트 화물센터
MDO	Marine Diesel Oil	선박용 디젤유	SFD	Shortest Feasible Distance	실현 가능한 최단 거리
MIT	Massachusetts Institute of Technology	매사추세츠 공과대학교	SI engine	Spark Ignition engine	불꽃 점화 기관
N₂O	Nitrous Oxide	아산화질소	t	Tonne = 1000 kg	톤 = 1000 kg
NDCs	Nationally Determined Contributions	국가온실가스 감축목표	T&D	Transmission and Distribution	송배전
NF₃	Nitrogen Trifluoride	삼불화질소	TCE	Transport Chain Element	운송 체인 요소
NGO	Non-Government Organization	비정부기구	TEU	Twenty-foot Equivalent Unit	20피트 컨테이너 단위
NOx	Nitrogen Oxides	질소산화물	t-km	Tonne-kilometer	톤-킬로미터
NTM	Network for Transport Measures	운송측정 네트워크	TMS	Transport Management System	운송관리시스템

약어

TOC	Transport Operation Category	운송 운영 범주
TSC	Transport Service Category	운송 서비스 범주
TTW	Tank-to-Wheel/Wake	Tank-to-Wheel/Wake
UIC	Union Internationale des Chemins de Fer (International Union of Railways)	국제철도연맹
UN	United Nations	국제 연합
UNGC	United Nations Global Compact	유엔글로벌콤팩트
US EPA	United States Environmental Protection Agency	미국 환경 보호청
VLSFO	Very Low Sulfur Oil	초저유황유
WBCSD	World Business Council for Sustainable Development	세계 지속가능발전 기업협의회
WRI	World Resources Institute	세계자원연구소
WTT	Well-to-Tank	Well-to-Tank
WTW	Well-to-Wheel/Wake	Well-to-Wheel/Wake
WWF	World Wildlife Fund for Nature	세계자연기금

용어사전

Actual distance	주행거리계 값이나 실제 경로에 대한 지식을 바탕으로 화물이 실제 이동한 거리	Distance Adjustment Factor (DAF)	실제 거리와 운송 활동 거리 사이의 차이를 나타내는 요소. 배출량 계산 시 여러 단계에서 다양한 유형의 거리가 사용되면서 발생할 수 있는 오류를 방지하거나 최소화하기 위해 도입
Belly cargo	여객기로 운송되는 화물로서, 승객의 수화물과 구별됨.	Fuel efficiency factor	연료 효율 요소는 화물 운송에서 연료 사용의 효율을 정량화하는 데 사용되는 지표. 총 연료 소비량을 수행된 운송 활동으로 나누어 구함.
Calendar year	CNG는 표준 대기압에서 천연가스를 총 부피의 1% 미만으로 압축하여 만든 에너지로, 주로 휘발유 대체재로 사용함.	Empty trip	공차 운송은 화물을 운송하지 않는 운송을 의미. 공 컨테이너, 패렛트, 또는 기타 화물 운반구의 운송은 공차 운송으로 간주하지 않는다는 점에 유의할 것. 이 경우 화물 운반구는 운반된 화물 또는 운송된 상품이 됨.
Consignment	단일 단위로 명확하게 구분이 가능한 정량화할 수 있는 화물의 양. 발신인 또는 화주에서 수신인 또는 수화인까지 운송되는데 사용되며 운송 수단과는 무관함.	Energy	전기, 연료, 증기, 열, 압축공기 및 기타 유사한 매개체
CO₂	이산화탄소는 지구 대기에서 자연적으로 존재하는 무색 무취의 기체로서 온실 효과의 주요 요인 중 하나임.	Energy carrier	기계적 움직임이나 열을 발생시키고, 화학적 또는 물리적 과정을 발생시키는 데 사용할 수 있는 모든 물질
CO₂e	이산화탄소 환산량은 이산화탄소로 인한 전지구적인 복사 강제력과 관련하여 다양한 온실가스의 집합적 영향을 하나의 측정값으로 표현한 단위	Energy consumption	에너지 소비는 에너지 사용을 의미함.
CO₂e intensity	화물 운송의 CO ₂ e 강도를 표현하는 방법으로서, 총 CO ₂ e 배출량을 총 운송 활동(톤-킬로미터)으로 나눈 것	European Union Emissions Trading System (EU ETS)	EU가 기업의 온실 가스 배출을 규제하기 위해 시행 중인 탄소 배출량 거래 시스템
Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)	국제 항공편에서 발생하는 탄소 배출을 줄이고 상쇄하기 위해 국제민간항공기구(ICAO)에서 개발한 항공 산업용 프로그램	Fleet	차량군은 운송업체의 차량의 전체 집합을 가리키며, 세부 차량군으로 더 세분화될 수 있음.
Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)	2019년에 처음 확인된 신종 코로나바이러스 (SARS-CoV-2)로 발생하는 전염성이 강한 호흡기 질환	Freighter	승객을 태우지 않고 화물만을 운송하는 전용 항공기

용어사전

Fuel life cycle	화석 연료 및 대체 연료의 생산부터 사용까지의 여러 단계	Hub equipment operation GHG emissions	물류 허브 장비 운영과 관련된 온실가스 배출
Fugitive or evaporative emissions	장비, 파이프라인, 밀폐장비, 밸브, 전력 변환 시설 등에서 누출되어 공기 중으로 배출되는 오염물질	Hub Operation Category (HOC)	유사한 특성을 공유하는 물류 허브 작업의 그룹
Great circle distance (GCD)	지구의 둑근 표면의 두 점 간 최단 거리	Intermodal freight transport	여러 운송 수단을 통해 화물을 연속적으로 운송하는 방법으로, 하나의 인터모달 방식에서는 운송수단이 바뀌어도 화물 자체를 취급하지 않음. 인터모달 복합운송 단위는 컨테이너, 스왑 바디, 도로 또는 철도 차량 또는 선박이 될 수 있음.
Greenhouse gas (GHG)	온실가스는 최신 IPCC 평가 보고서에서 지정한 것을 의미	International Organization for Standardization (ISO)	ISO는 다양한 산업을 위한 표준을 개발하고 발표하는 국제 표준 제정 기구
Greenhouse gas activity	온실가스 배출을 유발하는 모든 활동	Liquefied Natural Gas (LNG)	LNG는 저장과 운송을 더 쉽게 하기 위해 천연가스를 액화시킨 에너지
Greenhouse gas emission Intensity	특정 온실가스 배출활동에 의해 발생한 온실가스 배출량을 표시하는 계수	Liquefied Petroleum Gas (LPG)	LPG는 난방 기기, 조리 기기 및 차량에 사용되는 가연성 탄화수소
Global Warming Potential (GWP)	GWP는 특정 시간 동안 이산화탄소와 관련된 온실가스의 복사 강제력을 측정하는 지수. 일정 양의 온실 가스가 일정 시간 동안 지구 온난화에 기여하는 정도를 측정함.	Load factor	적재율. 차량이나 선박의 법적 최대 적재용량에 대해 차량이나 선박이 운반한 총 화물 중량 간의 비율
Hub	물류 허브는 화물이 이동하는 운송망 내의 모든 장소를 의미하며, 해당 장소에서의 추가 작업 여부와 상관없이 운송 수단이나 차량 간의 전환이 있을 수 있음. 물류 허브에는 데포, 노드, 역, 항구, 공항, 물류 거점 등이 있음.	Logistics Service Provider (LSP)	물류 및 공급망 관리 서비스를 제공하는 회사
Hub activity	물류 허브에서 수행되는 작업은 물류 허브의 처리량으로 측정됨.	Marginal accounting Modes	추가 화물의 배출량을 전체 비율이 아닌 추가 배출량으로만 할당하는 방식
Hub equipment energy provision GHG emission	물류 허브 작업을 수행하기 위해 사용되는 에너지의 생산, 저장, 가공 및 유통과 관련된 온실가스 배출	Multimodal freight transport	운송 수단 또는 운송 종류(예: 철도, 해상, 도로 등). 최소 두 가지 이상의 운송 수단을 이용한 화물 운송 방식. 인터모달은 복합운송의 한 형태이며 전체 복합을 관리하는 하나의 계약을 근거로 하기도 함.
		Network distance	계획된 거리를 효과적으로 변형한 형태인 네트워크 거리는 철도나 내수로 운송과 같이 선택할 수 있는 경로가 제한된 경우에 사용함.

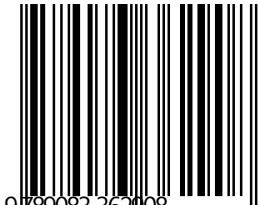
용어사전

Nitrogen Oxides (NOx)	NOx는 대기 오염과 스모그를 유발하는 다양한 질소 산화물을 통칭함.	Shortest feasible distance (SFD)	최단 가능 거리는 일반적으로 경로 계획 소프트웨어를 사용해 산출하며, 실제 운영 조건과 혼잡 지역이나 부적합, 제한 도로와 같은 일반적인 선택 사항을 고려한 최단 거리
One way trip	복귀 구간이 없는 운행	Spark Ignition engine	점화 플러그로 연료-공기 혼합물을 점화하는 내연 기관
Planned distance	계획 거리는 일반적으로 경로 계획 소프트웨어를 사용해 산출하며, 차량이 운행을 완료할 목적으로 설정된 거리. 항상 그렇지는 않지만 일반적으로 최단 거리와 동일함.	Subcontractors	계약자를 위해 운송 서비스를 수행하는 회사 또는 개인
Pre-carriage	컨테이너가 항만/터미널로 운송되기 전에 발생하는 육상에서의 이동	Tank-to-wheel (TTW)	에너지가 추진에너지로 변환되는 수명 주기 (항공 및 해상 운송에서는 탱크-투-웨이크(tank-to-wake))
Primary data	1차 데이터. 실제 데이터 또는 측정 데이터라고도 함. "직접 측정 또는 직접 측정을 기반으로 한 계산을 통해 얻은 과정이나 활동을 정량적으로 표현한 값". (출처: ISO 14083:2023)	Throughput	처리량. 물류 허브에서 처리된 화물의 양. 물류 허브에서 출발하는 화물이나 상품의 양으로 가장 잘 측정됨.
Program data	SmartWay나 CCWG 운송업체 데이터와 같은 녹색 화물 프로그램에서 얻은 데이터	Tonne	1000kg에 해당하는 무게의 미터법 단위
Ro-Ro	롤온/롤오프(Ro-Ro)선 바퀴 달린 화물을 운송하기 위해 설계된 선박	Tonne-kilometer	화물운송의 측정단위. 1톤의 화물을 1킬로미터 운송하는 것
Round trip	출발지와 도착지가 동일한 연속된 운행	Trade lanes	교통량이 많은 운송 구간으로 출발지와 도착지에서 차량 이동이 집중되는 구간
Secondary Data	1차 데이터가 아닌 데이터. 더 자세한 내용은 섹션 1 참조.	Transshipment	화적은 운송 방식의 변경 여부와 관계없이 화물이나 상품이 하나의 운송 수단에서 다른 운송 수단으로 전환되는 것을 의미
Sustainable Aviation Fuel (SAF)	재생가능 자원으로 생산해 기존 제트 연료와 비교해 탄소 배출이 낮은 항공유	Transport activity	운송 활동은 운송으로 인해 이동한 화물을 정량화한 것으로, 일반적으로 tkm(톤-킬로미터)로 표현되며, 특정 거리(km)에 대한 운송 중량(톤)이라는 특징이 있음.
Shipment	판매자와 구매자 간의 상업 거래에 활용되는 상품. 송화인에서 수화인으로 이어지는 운송망을 통해 운송되는 화물을 포함함.	Transport chain	화물을 출발지에서 목적지로 이동시키는데 사용된 운송 수단의 순서. 따라서 운송망은 2개 이상의 운송망 요소(TCE)로 구성됨. 이 사슬을 따라, 하나 이상의 환적이 발생함. 화물의 적재 단위는 전체 운송망에서 반드시 동일할 필요는 없음.
Shipper	운송을 위해 상품을 보내는 개인 또는 기업		

용어사전

Transport chain element (TCE)	운송망의 한 요소이며, 운송 활동 또는 물류 허브 활동을 구성할 수 있음.	Transport distance	화물이 송하인으로부터 수하인까지 이동한 거리
Transport network	모든 운송망이 통합된 전체 운송 관련 활동	Transport operation	파이프라인 내 화물의 이동을 포함해 화물의 이동을 목적으로 하는 모든 차량의 운행 작업
Transport operation category (TOC)	유사한 특성을 공유하는 운송 범주의 그룹	Twenty-foot equivalent unit (TEU)	20ft(6.10m) 컨테이너의 선적 컨테이너 용량을 의미하는 표준 측정 단위
Value chain	자원 또는 제품을 소비자로 이동시키는 체계. 사슬을 따라 제품에 가치가 추가되는 방식을 의미함.	Vehicle energy provision GHG emissions	차량 작업을 수행하는 데 사용되는 에너지의 생산, 저장, 가공 및 유통과 관련된 온실가스 배출량.
Vehicle operation	자율주행, 유인, 직접 조종 또는 원격 조종 여부에 관계없이 차량을 배치하여 수행하는 모든 운송 작업	Vehicle operation GHG emissions	차량 운행과 관련된 온실가스 배출
Well-to-tank (WTT)	에너지의 수명 주기 중 주입 연료를 생산하는 최초 과정이 시작되는 시점부터 차량에 주입되는 순간(충전소 또는 주유소)까지의 단계	Well-to-wheel (WTW)	에너지의 전체 수명주기 즉, WTT 및 TTW 단계를 합한 것 (항공 및 해상 운송에서는 well-to-wake)
Year-on-Year (YOY)	YOY 분석은 연속된 연도 간의 데이터나 성과를 비교해 트렌드나 변화를 식별하는 방법		

ISBN 9789083362908



9789083362908