

가상 사례: 철강 제조 공정 탄소 배출량 산정

“**CBAM** 대응 및 탄소 집약도 **12%** 개선”

1) 기업 배경

- 기업명(가상): 한빛철강(**Hanbit Steel**)
 - 사업: 열연·냉연 코일 및 강판 생산(고로+전로 혼합, 일부 전기로 라인 보유)
 - 수출 구조: 매출의 **35% EU**향, 그중 **CBAM** 대상 품목(철강 반제품·열연코일 등) 비중이 높음
 - 기존 상태: 공장별 에너지·생산 데이터가 **ERP/MES/에너지관리시스템(EMS)**로 분산, 배출량 산정은 엑셀 중심으로 수행
-

2) Challenge (문제)

EU 고객사로부터 **CBAM** 분기별 내재배출량(**embedded emissions**) 보고를 요구받기 시작했고, **2026년** 이후 탄소 비용이 본격화될 가능성까지 고려하면 다음 문제가 동시에 터졌다.

1. 보고 리스크

- 분기 마감마다 생산량·연료사용·전력사용 데이터를 모으는 데 시간이 오래 걸림
- 공정별 배출량 배분 규칙이 불명확해 **EU** 수입자(고객사) 질의에 즉시 답변 불가

2. 비용 리스크

- 특정 라인(가열로/압연/열처리)의 에너지 변동이 커서 제품별 탄소집약도 편차가 큼
- **EU**향 주력 제품의 탄소집약도가 경쟁사 대비 불리해 가격 협상력 저하 우려

3. 운영 리스크

- 설비 효율 저하(버너, 열교환, 압연 스케줄링)로 에너지 낭비 발생
- 공정 조건을 “경험”에 의존, 최적 운영점이 정량화되지 않음

3) AI Solution (해결책)

한빛철강은 AI 기반 탄소 배출량 산정 툴과 공정별 에너지 최적화 알고리즘을 2트랙으로 도입했다.

A. AI 기반 탄소 배출량 산정 툴(“CBAM MRV Engine”)

- 데이터 통합
 - MES(생산량/로트/품질), EMS(전력·가스·연료), ERP(원료·구매), 설비 센서(온도·유량) 데이터를 API로 수집
- 자동 산정 로직
 - 연료/전력의 활동자료(activity data) + 배출계수(EF) 기반 계산을 자동화
 - 다품종 공정에 대해 제품별 배출량 배분(Allocation) 규칙을 모델에 내장 (예: 가열로 에너지를 “톤·가열시간·목표온도” 가중치로 분배)
- 증빙 패키지 자동 생성
 - 분기별로 “제품별 내재배출량, 산식, 데이터 출처, 로그”를 묶어 **CBAM** 제출용 패키지(엑셀/CSV+근거파일 링크) 자동 생성
- 이상치 탐지
 - 특정 기간에 에너지 사용이 급증하면 원인 후보(설비 상태/품질 재작업/가동을 변동)를 자동 알림

B. 공정별 에너지 최적화 알고리즘(“Process Optimizer”)

- 목표: EU향 주력 제품의 탄소집약도(kgCO₂ e/ton)를 낮추되, 품질과 납기를 유지
- 적용 영역(우선순위 3개)
 1. 가열로(Furnace) 연료 최적화

- 목표온도 도달 시간과 연료사용량의 트레이드오프를 학습해 “최소 연료로 목표온도 달성” 운영점 추천
 - 2. 압연 스케줄링 최적화
 - 제품 규격/두께/강종이 유사한 로트를 묶어 잦은 조건 변경으로 인한 재가열·대기 손실 최소화
 - 3. 열처리/냉각 조건 제어
 - 과도한 온도 여유(Overheating)와 재처리(rework)를 줄이도록 공정 파라미터 제안
-

4) 실행 단계(현장 적용 스토리)

1. **0~4주: CBAM** 데이터 맵핑
 - EU향 품목을 CN 코드 기준으로 정리 → 로트 ID와 연결
 - “공정별 에너지 계측 위치”와 “제품 로트 흐름”을 매핑해 데이터 계보(lineage) 문서화
2. **5~8주: 산정 자동화 MVP**
 - 분기 보고에 필요한 최소 항목(전력/가스/연료/생산량)을 자동 집계
 - 제품별 배분 규칙(톤·시간·온도)을 확정해 산정 결과를 “사람 검토→승인” 프로세스로 고정
3. **9~16주: 최적화 알고리즘 파일럿**
 - 가열로 1개 라인에 먼저 적용해 KPI(연료/ton, 불량률, 생산성)를 모니터링
 - 현장 반발을 줄이기 위해 “AI 권고값 + 작업자 선택 + 사유 기록” 방식으로 운영
4. **17주~: EU향 주력 제품군 확대**
 - 탄소집약도 편차가 컸던 제품군부터 확대 적용

- 고객사 질의 대응을 위해 “제품별 배출량 근거”를 클릭 1번으로 제출 가능하게 개선
-

5) Quantitative Result (정량 성과)

도입 6개월 후, 다음 성과가 확인되었다.

- 탄소 배출량 **12%** 감축
 - 가열로 연료 사용량 감소(스케줄링+운전점 최적화)와 재작업 감소가 핵심 기여
 - EU향 주력 제품의 제품당 탄소집약도(kgCO₂ e/ton) 기준으로 **12%** 개선
 - 보고 업무 소요 시간 **70%** 단축
 - 분기 마감 시 엑셀 수작업(데이터 수집/정리/검증/문서화)이 자동화되어 기존 10일 → 3일 수준으로 단축(내부 검토/승인 포함)
-

6) 부가 효과(정성 성과)

- EU 고객사의 CBAM 질의(산식, 배분근거, 데이터 출처)에 당일 응답 가능해져 신뢰도 상승
- 생산/환경/재무 부서 간 “숫자 다툼”이 줄고, 동일한 데이터 원천으로 의사결정 일원화
- 향후 **US CBAM**/공급망 탄소 요구가 확대되더라도 동일 **MRV** 체계를 재사용 가능