래는 **삼성 C&T 건설물류(UA E 6현장, 400 TEU/100 BL·월)** 업무를 **온톨로지 관점**으로 재정의한 “작동 가능한 설계서”입니다.  
핵심은 \*\*표준(UN/CEFACT·WCO DM·DCSA·ICC Incoterms·HS·MOIAT·FANR)\*\*을 상위 스키마로 삼아 **문서·화물·설비·프로세스·이벤트·계약·규정**을 하나의 그래프(KG)로 엮고, 여기서 **Heat‑Stow·WHF/Cap·HSRisk·CostGuard·CertChk·Pre‑Arrival Guard** 같은 기능을 \*\*제약(Constraints)\*\*으로 돌리는 것입니다. (Incoterms 2020, HS 2022 최신 적용). [Wcoomd+4UNECE+4Wcoomd+4](https://unece.org/trade/uncefact/rdm?utm_source=chatgpt.com)

**1) Visual — Ontology Stack (요약표)**

| **Layer** | **표준/근거** | **범위** | **당신 업무 매핑(예)** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Upper** | **IOF/BFO Supply Chain Ontology**, **ISO 15926** | 상위 개념(행위자/행위/자산/이벤트)·플랜트 라이프사이클 | 자산(크레인, 스키드, 모듈)·작업(리깅, 해상 보급)·상태(검사/격납) 정합성 프레임 |
| **Reference Data (Process/Data)** | **UN/CEFACT Buy‑Ship‑Pay RDM & CCL** | 주문–선적–결제 전과정 공통 데이터·용어 | *Party, Shipment, Consignment, Transport Means, Invoice/LineItem* 공통 정의 |
| **Border/Customs** | **WCO Data Model v4.2.0**, **HS 2022** | 신고/승인/통관 데이터·코드셋 | BOE(수입신고), 원산지·보증·증명, HS 분류·위험도 |
| **Ocean/Carrier** | **DCSA Booking 2.0 & eBL 3.0** | 예약/BL 데이터 모델·API | BL 데이터 정규화, eBL 규칙·검증 |
| **Trade Terms** | **ICC Incoterms® 2020** | 비용/리스크 이전 지점 | EXW/FOB/CIF/DAP별 의무·리스크 노드 매핑 |
| **UAE Reg.** | **MOIAT ECAS/EQM**, **FANR 수입허가**, **CICPA/ADNOC 출입** | 규제/인증/출입 통제 | CertChk(MOIAT·FANR), 게이트패스 제약, 위험물 통제 |
| **Offshore 계약** | **BIMCO SUPPLYTIME 2017** | OSV 타임차터 KfK 책임체계 | 보트/바지선 운영 KPI·책임 분기 조건 |

Hint: Abu Dhabi는 역사적으로 **CICPA/구 CNIA 보안패스** 체계가 근간이며, 항만 **e‑pass** 디지털화가 병행되었습니다(현장 Gate 규정은 매년 공지 확인 필요). [HLB Abudhabi+1](https://hlbabudhabi.com/a-comprehensive-guide-on-cicpa-passes-in-abu-dhabi/?utm_source=chatgpt.com)

**2) Domain Ontology — 클래스/관계(업무 단위 재정의)**

**핵심 클래스 (Classes)**

* **Party**(Shipper/Consignee/Carrier/3PL/Authority)
* **Asset**(Container ISO 6346, OOG 모듈, 장비/스프레더, OSV/바지선)
* **Document**(CIPL, Invoice, BL/eBL, BOE, DO, INS, MS(Method Statement), Port Permit, Cert[ECAS/EQM/FANR], SUPPLYTIME17)
* **Process**(Booking, Pre‑alert, Export/Import Clearance, Berth/Port Call, Stowage, Gate Pass, Last‑mile, WH In/Out, Returns)
* **Event**(ETA/ATA, CY In/Out, Berth Start/End, DG Inspection, Weather Alert, FANR Permit Granted, MOIAT CoC Issued)
* **Contract**(IncotermTerm, SUPPLYTIME17)
* **Regulation**(HS Rule, MOIAT TR, FANR Reg.)
* **Location**(UN/LOCODE, Berth, Laydown Yard, Site Gate)
* **KPI**(DEM/DET Clock, Port Dwell, WH Util, Delivery OTIF, Damage Rate, Cert SLA)

**대표 관계 (Object Properties)**

* Shipment → hasIncoterm → IncotermTerm (리스크/비용 이전 노드) [ICC - International Chamber of Commerce](https://iccwbo.org/business-solutions/incoterms-rules/?utm_source=chatgpt.com)
* InvoiceLineItem → classifiedBy → HSCode (HS 2022) [Wcoomd](https://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/instrument-and-tools/hs-nomenclature-2022-edition/hs-nomenclature-2022-edition.aspx?utm_source=chatgpt.com)
* BL → conformsTo → DCSA\_eBL\_3\_0 (데이터 검증 규칙) [dcsa.org](https://dcsa.org/newsroom/final-versions-of-booking-bill-of-lading-standards-released?utm_source=chatgpt.com)
* CustomsDeclaration(BOE) → usesDataModel → WCO\_DM\_4\_2\_0 (전자신고 필드 정합) [Wcoomd](https://www.wcoomd.org/en/media/newsroom/2025/july/world-customs-organization-releases-data-mode.aspx?utm_source=chatgpt.com)
* Equipment/OOG → requiresCertificate → MOIAT\_ECAS|EQM (규제 제품) [Ministry of Industry+1](https://moiat.gov.ae/en/services/issue-conformity-certificates-for-regulated-products/?utm_source=chatgpt.com)
* Radioactive\_Source|Gauge → requiresPermit → FANR\_ImportPermit (60일 유효) [Fanr](https://www.fanr.gov.ae/en/services/import-and-export-permit/issue-import-permit-for-radiation-sources-and-nuclear-materials?utm_source=chatgpt.com)
* PortAccess → governedBy → CICPA\_Policy (게이트패스) [HLB Abudhabi](https://hlbabudhabi.com/a-comprehensive-guide-on-cicpa-passes-in-abu-dhabi/?utm_source=chatgpt.com)
* OSV\_Charter → governedBy → SUPPLYTIME2017 (KfK 책임) [BIMCO](https://www.bimco.org/contractual-affairs/bimco-contracts/contracts/supplytime-2017/?utm_source=chatgpt.com)

**데이터 속성 (Data Properties)**

* grossMass, dims(L×W×H), isOOG(boolean), dgClass, UNNumber, tempTolerance, stowHeatIndex, demClockStartAt, detClockStartAt, gatePassExpiryAt, permitId, costCenter, tariffRef.

**3) Use‑case별 제약(Constraints) = 운영 가드레일**

**3.1 CIPL·BL Pre‑Arrival Guard (eBL‑first)**

* **Rule‑1**: BL 존재 → BL.conformsTo = DCSA\_eBL\_3\_0 AND Party·Consignment·PlaceOfReceipt/Delivery 필수. 미충족 시 *Berth Slot* 확정 금지. [dcsa.org](https://dcsa.org/newsroom/final-versions-of-booking-bill-of-lading-standards-released?utm_source=chatgpt.com)
* **Rule‑2**: 모든 InvoiceLineItem는 HSCode 필수 + OriginCountry·Qty/UM·FOB/CI 금액. **WCO DM 필드** 매핑 누락 시 **BOE 초안 생성 차단**. [Wcoomd](https://www.wcoomd.org/en/media/newsroom/2025/july/world-customs-organization-releases-data-mode.aspx?utm_source=chatgpt.com)
* **Rule‑3**: IncotermTerm별 책임/비용 그래프 확인(예: **DAP**면 현지 내륙운송·통관 리스크=Buyer). [ICC - International Chamber of Commerce](https://iccwbo.org/business-solutions/incoterms-rules/?utm_source=chatgpt.com)

**3.2 Heat‑Stow (고온 노출 최소화)**

* stowHeatIndex = f(DeckPos, ContainerTier, WeatherForecast) → 임계치 초과 시 **Under‑deck/센터 베이** 유도, **berth 시간대 조정**. (기상 이벤트는 Event로 연결)
* dgClass ∈ {1,2.1,3,4.1,5.1,8} → Heat‑Stow 규칙 엄격 적용(위치·분리거리).

**3.3 WHF/Cap (Warehouse Forecast/Capacity)**

* InboundPlan(TEU/주)·Outplan → WHUtil(%) 예측, 임계치(85.00%) 초과 시 *overflow yard* 예약, **DET 발생 예측**과 연결.

**3.4 HSRisk**

* RiskScore = g(HS, Origin, DG, Cert 요구, 과거검사빈도) → **검사·추징·지연 확률** 추정. (HS·규제요건: HS 2022·MOIAT·FANR 근거) [Wcoomd+2Ministry of Industry+2](https://www.wcoomd.org/en/topics/nomenclature/instrument-and-tools/hs-nomenclature-2022-edition/hs-nomenclature-2022-edition.aspx?utm_source=chatgpt.com)

**3.5 CertChk (MOIAT·FANR)**

* 규제제품 → ECAS/EQM 승인서 필수 없으면 **DO·GatePass 발행 금지**, **선하증권 인도 보류**. [Ministry of Industry+1](https://moiat.gov.ae/en/services/issue-conformity-certificates-for-regulated-products/?utm_source=chatgpt.com)
* 방사선 관련 기자재 → FANR Import Permit(유효 60일) 없으면 **BOE 제출 중단**. [Fanr](https://www.fanr.gov.ae/en/services/import-and-export-permit/issue-import-permit-for-radiation-sources-and-nuclear-materials?utm_source=chatgpt.com)

**4) 최소 예시(표현) — JSON‑LD (요지)**

{

"@context": {"incoterm":"https://iccwbo.org/incoterms/2020#","dcsa":"https://dcsa.org/bl/3.0#","wco":"https://www.wcoomd.org/datamodel/4.2#"},

"@type":"Shipment",

"id":"SHP-ADNOC-2025-10-001",

"hasIncoterm":{"@type":"incoterm:DAP","deliveryPlace":"Ruwais Site Gate"},

"hasDocument":[

{"@type":"dcsa:BillOfLading","number":"DCSA123...", "status":"original-validated"},

{"@type":"wco:CustomsDeclarationDraft","items":[{"hsCode":"850440", "qty":2, "value":120000.00}]}

],

"consistsOf":[{"@type":"Container","isoCode":"45G1","isOOG":true,"dims":{"l":12.2,"w":2.44,"h":2.90}}]

}

**5) 선택지(3) — 구축 옵션 (pro/con/$·risk·time)**

1. **Reference‑first (표준 우선, 얇은 구현)**

* **Pro**: 대외 연계 쉬움(UN/CEFACT·WCO·DCSA). **Con**: 현장 특성 반영 속도↓.
* **$**: 초기 낮음(₩·$$). **Risk**: 커스터마이즈 지연. **Time**: 6–8주 MVP. [UNECE+2Wcoomd+2](https://unece.org/trade/uncefact/rdm?utm_source=chatgpt.com)

1. **Hybrid (표준+현장제약 동시)** ← *추천*

* **Pro**: 표준 적합 + GatePass/Heat‑Stow/WH 바로 적용. **Con**: 설계 복잡.
* **$**: 중간. **Risk**: 스키마 복잡성. **Time**: 10–12주 POC→Rollout.

1. **Ops‑first (현장 규칙 우선)**

* **Pro**: 즉효(DEM/DET·GatePass). **Con**: 표준 정합 나중 기술부채.
* **$**: 낮음→중간. **Risk**: 대외 API 통합 시 재작업. **Time**: 4–6주.

**6) Roadmap (P→Pi→B→O→S + KPI)**

* **P(Plan)**: 스코프 확정(문서: CIPL/BL/BOE/DO/INS/Permit, 프로세스: Berth/Gate Pass/WH). **KPI**: 데이터 필드 완전성 ≥ 98.00%.
* **Pi(Pilot)**: **eBL‑Pre‑Arrival Guard** + **WHF/Cap** 1현장 적용. **KPI**: Port dwell ↓ 12.50%, DET 비용 ↓ 18.00% *(가정)*.
* **B(Build)**: **HSRisk**·**CertChk**·**CostGuard** 추가, **SUPPLYTIME17** 운영지표 연계. **KPI**: 검사로 인한 Leadtime 분산 ↓ 15.00%. [BIMCO](https://www.bimco.org/contractual-affairs/bimco-contracts/contracts/supplytime-2017/?utm_source=chatgpt.com)
* **O(Operate)**: 규칙/SHACL 자동검증, Slack/Telegram 알림. **KPI**: 규칙 위반 건당 처리시간 ≤ 0.50h.
* **S(Scale)**: 6현장→글로벌 재사용, **UN/CEFACT Web Vocabulary**로 공개 스키마 매핑. **KPI**: 시스템 간 매핑 공수 ↓ 30.00%. [Vocabulary UNCEFACT](https://vocabulary.uncefact.org/about?utm_source=chatgpt.com)

**7) Data·Sim·BI (운영 숫자 관점)**

* **DEM/DET 시계**: ClockStart = (CY In or FreeTime Start by Carrier) → 컨테이너별 **DEM/DET Clock** 노드 운영.
* **WH Capacity Forecast**: Util\_t+1 = Util\_t + Inbound - Outbound (ARIMA/Prophet 가능).
* **Heat‑Stow 점수**: HI = α\*DeckExposure + β\*Tier + γ\*ForecastTemp(°C) → 임계 0.70 이상 **스택 변경**.
* **Risk@HS**: 로지스틱 회귀/GBT로 검사확률·추징금 기대값.

**8) Automation (RPA·LLM·Sheets·TG) — Slash Cmd 예시**

* **/logi-master --fast invoice-audit** → CIPL/Invoice 라인 **HS·Origin·Qty·Value 누락** 탐지→BOE 초안 블록. (WCO DM/HS 2022) [Wcoomd+1](https://www.wcoomd.org/en/media/newsroom/2025/july/world-customs-organization-releases-data-mode.aspx?utm_source=chatgpt.com)
* **/logi-master predict --AEDonly weather-tie** → 기상경보 Event→Berth 스케줄 재배치(Heat‑Stow 임계).
* **/switch\_mode COST-GUARD LATTICE** → DET/DEM 예측비용 알림 + eBL 상태/도착지연 교차검증(DCSA eBL 3.0). [dcsa.org](https://dcsa.org/newsroom/final-versions-of-booking-bill-of-lading-standards-released?utm_source=chatgpt.com)
* **/visualize\_data --type=heatmap <stow.csv>** → HI>0.70 구간 강조.

**9) QA — Gap/Recheck 리스트**

* **eBL 상태 신뢰도**: Carrier별 DCSA 3.0 호환 여부 점검. [dcsa.org](https://dcsa.org/newsroom/final-versions-of-booking-bill-of-lading-standards-released?utm_source=chatgpt.com)
* **HS·CCL 정합성**: UN/CEFACT CCL 릴리스(예: **24A**)와 로컬 속성 매핑 재검. [UNECE](https://unece.org/trade/uncefact/unccl?utm_source=chatgpt.com)
* **UAE 인증**: MOIAT ECAS/EQM 최신 규제 범위/코드 확인, FANR 퍼밋 유효일(60일) 자동 만료 체크. [Ministry of Industry+2SGSCorp+2](https://moiat.gov.ae/en/services/issue-conformity-certificates-for-regulated-products/?utm_source=chatgpt.com)
* **GatePass 체계**: 현장 보안 주체(CICPA/ADNOC) 최신 공지 확인(사내 SOP 연결). [HLB Abudhabi](https://hlbabudhabi.com/a-comprehensive-guide-on-cicpa-passes-in-abu-dhabi/?utm_source=chatgpt.com)

**10) Fail‑safe “중단” 테이블 (ZERO 전략)**

| **트리거(중단)** | **ZERO 액션** | **재개 조건** |
| --- | --- | --- |
| eBL 비정합(DCSA 3.0 스키마 오류) | Berth 확정 보류, 선적명세 수동검증 | eBL 재검증 Pass |
| BOE 필수필드 미충족(WCO DM) | 신고중단, Shipper 보완요청 | 필드 완전성 ≥ 98.00% |
| 규제제품 Cert 부재(MOIAT/FANR) | DO/게이트패스 발급 금지 | 유효 CoC/Permit 업로드 |
| DET 임계 초과 예측(>AED x/TEU) | 내륙 인도·반납 계획 재조정 | 비용 추정 < 임계값 |

**11) 운영에 바로 쓰는 SHACL(요지)**

@prefix sh: <http://www.w3.org/ns/shacl#> .

:InvoiceLineItemShape a sh:NodeShape ;

sh:targetClass :InvoiceLineItem ;

sh:property [

sh:path :hsCode ; sh:minCount 1 ; sh:pattern "^[0-9]{6,10}$"

] ;

sh:property [

sh:path :originCountry ; sh:minCount 1

] ;

sh:property [

sh:path :quantity ; sh:minInclusive 0.01

] .

**12) GitHub·재사용**

* 리포지토리 **macho715/ontology-insight**에 **/models (TTL/JSON‑LD)**, **/rules (SHACL)**, **/mappings (CCL/HS/WCO/DCSA)** 디렉토리 구조 권장.
* OFCO CostCenter 매핑은 **Invoice/LineItem → CostCenter** 룰로 두고, **/mappings/ofco.csv**로 관리. *(가정: OFCO는 내규 분류표)*

**13) Assumptions & Sources**

* **가정:** OFCO/CostCenter·Heat‑Stow·HSRisk·CostGuard는 사내용 명칭/로직. UAE 게이트패스(e‑pass, CICPA/ADNOC)는 현장별 차이 존재(사는 공지 우선).
* **표준/근거:** UN/CEFACT BSP‑RDM & CCL, WCO DM v4.2.0, HS 2022, DCSA eBL 3.0/Booking 2.0, ICC Incoterms 2020, MOIAT ECAS/EQM, FANR Import Permit, SUPPLYTIME 2017. [BIMCO+10UNECE+10UNECE+10](https://unece.org/trade/uncefact/rdm?utm_source=chatgpt.com)

**14) 다음 액션(짧게)**

* **/logi-master --fast invoice-audit** 로 현재 월간 100 BL 대상 **Pre‑Arrival Guard** 돌리고,
* **/switch\_mode COST-GUARD** 로 **DEM/DET** 시계 추정부터 막읍시다(목표 ↓ 15.00%).
* **/wh-capacity oracle --horizon 12m** 로 **WH Util** 예측 배치.

원하시면, 위 스택으로 **CIPL·BL Pre‑Arrival Guard**와 \*\*CertChk(MOIAT·FANR)\*\*부터 SHACL/룰팩을 묶어 드리겠습니다.