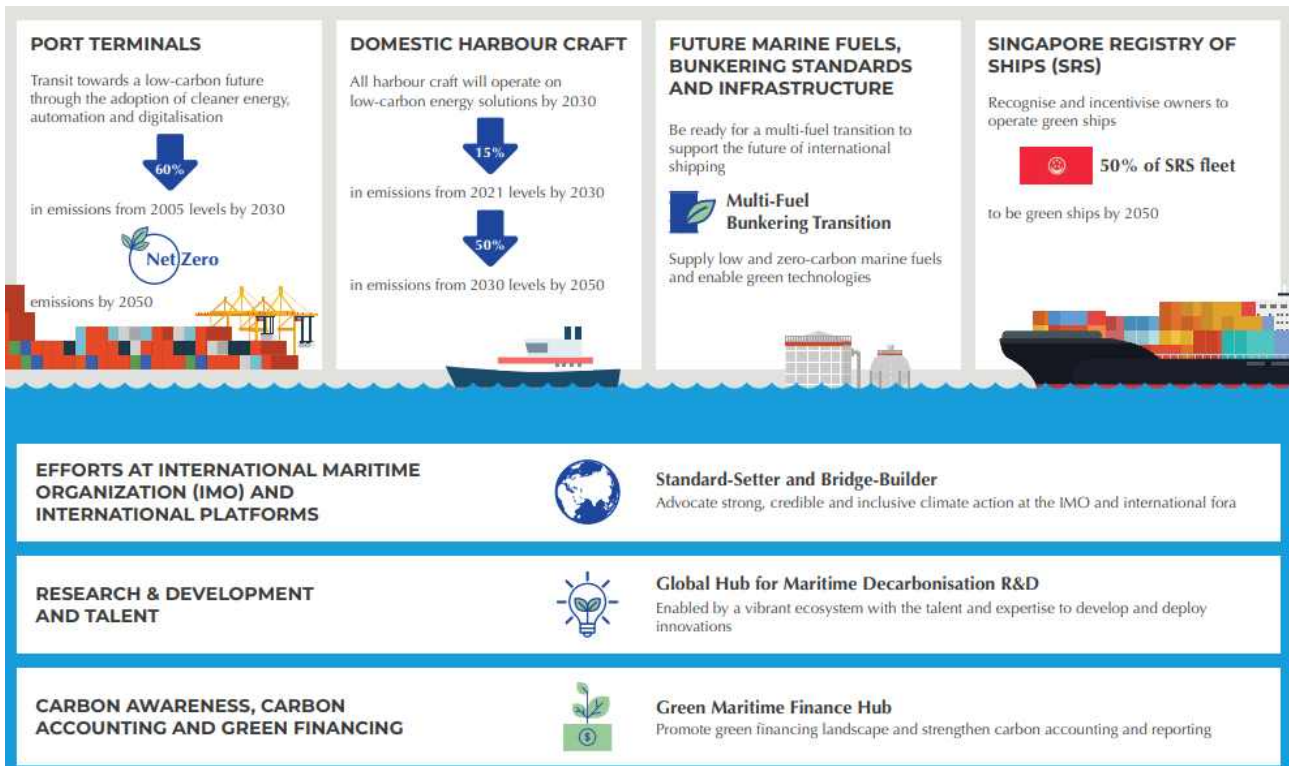


# Maritime Singapore Decarbonisation Blueprint- Working Towards 2050

## 1 보고서 개요

- 보고서명: 마리타임 싱가포르, 탈탄소화 청사진 - 2050년을 향한 여정(Maritime Singapore Decarbonisation Blueprint - Working Towards 2050)
- 발행연도: 2022년
- 발행기관: MPA(Maritime and Port Authority of Singapore)
- 발행목적: UN의 2030 지속가능발전의제, 파리협정, IMO의 탈탄소 전략에 대한 대응책에 기여하고, 싱가포르의 국제 허브항 및 해양센터로서의 역할을 강화하고자 함
- 주요내용: 싱가포르의 해양산업 분야별 탈탄소화 관련 장기 전략 및 목표
  - ① 항만 터미널, ② 국내 항만 작업용 선박, ③ 미래 해양 연료, bunker링 표준 및 인프라, ④ 싱가포르 선박등록, ⑤ IMO 및 국제 플랫폼(International Platforms)에서의 노력, ⑥ R&D와 인재(Talent), ⑦ 탄소 인식(Awareness), 탄소 회계 및 녹색금융(Green Financing)

<그림 1> Overview of Focus Areas



출처: MPA, decarbonisation blueprint working towards 2050

## 2 싱가포르 현황

### □ UN 기후변화 관련

- 싱가포르는 전 세계 탄소 배출량의 0.11%을 차지 \* 한국: 약 1.6%(IEA(2022))
- NDC(Nationally Determined Contribution) 목표
  - 2030년까지 이산화탄소 배출량 65MtCo<sub>2</sub>e 을 찍고 피크아웃
  - 2050년까지 이산화탄소 배출량 33MtCo<sub>2</sub>e 으로 줄임 → (목표) 넷제로 달성

<참고> Co2 emissions from fuel combustion, global ranking, 2022(IEA)

Rank	Country/Region	MtCo2
9	South Korea	549.311
....	....	....
55	Singapore	46.595

### □ 싱가포르 항구

- 싱가포르는 주요 국제 해운 허브이며, 싱가포르 항구는 컨테이너 처리량 기준으로 세계에서 두 번째로 바쁜 항구이며, 2021년에는 선박에 5천만 톤 이상의 해상 연료를 공급한 세계 최고의 벙커링 허브 중 하나임 (2023년 기준 5천 2백만 톤)

### □ 해양항만청(Maritime and Port Authority of Singapore; MPA)

- 1996년에 설립된 정부기관으로, 싱가포르 항만과 해양산업의 규제 및 개발을 담당함
- 싱가포르를 국제 해운허브 및 해양센터로 유지하기 위해 해양 연구와 혁신을 지원하며, 항만 관리, 안전, 환경보호 등을 주도함
- 싱가포르의 녹색 해운을 지원하기 위해 1억 달러 규모의 MSGI(Maritime Singapore Green Initiative)를 출범(2011년)하였으며, 3억 달러 추가 자금을 2022년에 투입함

### 3 주요 분야

#### 가 항만 터미널(Port Terminals)

PSAC(PSA Corporation Ltd), JPPL(Jurong Port Pte Ltd) 두 항만 터미널 운영사는 2030년까지 2005년 대비 항만 운영에서 발생하는 총 탄소배출량을 최소 60% 감축하고, 2050년까지 Net-Zero를 달성하는 것으로 목표로 하고 있음

#### □ 항만 장비와 차량의 친환경화

- 컨테이너 터미널에서 사용되는 모든 디젤 기반 장비와 차량을 단계적으로 전기화
  - 현재 PSAC의 탄소배출량 중 약 40%는 프라임무버<sup>1)</sup>에서 발생하고 있어 디젤로 작동하는 프라임무버를 LNG/전기로 작동하는 프라임무버로 교체 중임
- Tuas 항만<sup>2)</sup> 개발
  - PSAC는 Tuas 항만 개발에 “지속가능성” 요소에 주안점을 두고 있고, 자동화 장비와 운송수단이 빅데이터와 인공지능(AI) 기반 시스템을 통해 통제·운영됨
  - 이 항만에는 RMG(전기자동화 레일 장착 크레인) 및 AGV(무인이송장비)가 배치될 예정이며, 드론으로 선박과 터미널 간 물류 이송, 관제·점검·감시도 가능함
  - 2050년까지 디젤연료를 완전 퇴출하고 전기를 기반으로 한 컨테이너 처리 작업을 수행하며, 수소 등 저탄소 에너지를 보조연료로 사용할 계획임
- 주룽항(Jurong Port)의 친환경 계획
  - JPPL은 신규 사업 및 운영 모델에 친환경 솔루션을 적용하고 있으며, 2022년부터 전기 밸런스 크레인과 컨베이어 벨트 시스템을 활용하여 선박에서 화물을 하역하고 이송하고 있음
  - 또한 2028년까지 중앙 집중식 재고 야드를 설립하여 기존의 디젤 포크리프트 대신에 전기 오버헤드 크레인을 사용할 계획임

1) 프라임무버(Prime Mover): 항만에서 컨테이너 트레일러를 끌어주는 특수 차량

2) 투아스항(Tuas Port): 싱가포르 서쪽에 4단계 공사를 거쳐 구축 중인 초대형 매립형 자동화 항만으로, 2040년 완공 시 1337ha 부지, 66개 선석이 조성되어, 계획대로만 건립될 경우 연간 처리 능력이 6500만TEU에 달해 전 세계 최대 규모 환적항만이 될 예정임

## □ 친환경 건축물 및 태양광 에너지

- PSAC는 터미널의 에너지 소비를 줄이기 위해 친환경 건축물을 개발하고 있음
  - 예를 들어, 건물 외벽의 열 흡수를 줄여 냉방 에너지 수요를 낮추도록 설계하고, LED 조명을 설치, 냉방 환기 및 수도 사용 효율성을 높이기 위해 관련 스마트 장치를 설계함
  - 이러한 노력으로 ‘살기 좋은 도시 프로젝트’와 ‘투아스 항만의 유지보수 기지의 건물’이 각각 싱가포르 건축 건설청의 그린 마크 플래티넘 상을 수상함
- JPPL은 7.6만㎡ 규모(2022년 기준)의 태양광 시설을 운영 중임
  - 이는 축구장 11개 크기와 동일하며 9.56MW의 피크 전력을 생산함 → 항만 전력 수요의 10% 이상 충족
- PSAC는 태양광 시설에서 연간 4.56GW의 에너지를 생산 중(2022년 기준)이며, 2030년 까지 9GWh로 늘릴 계획임

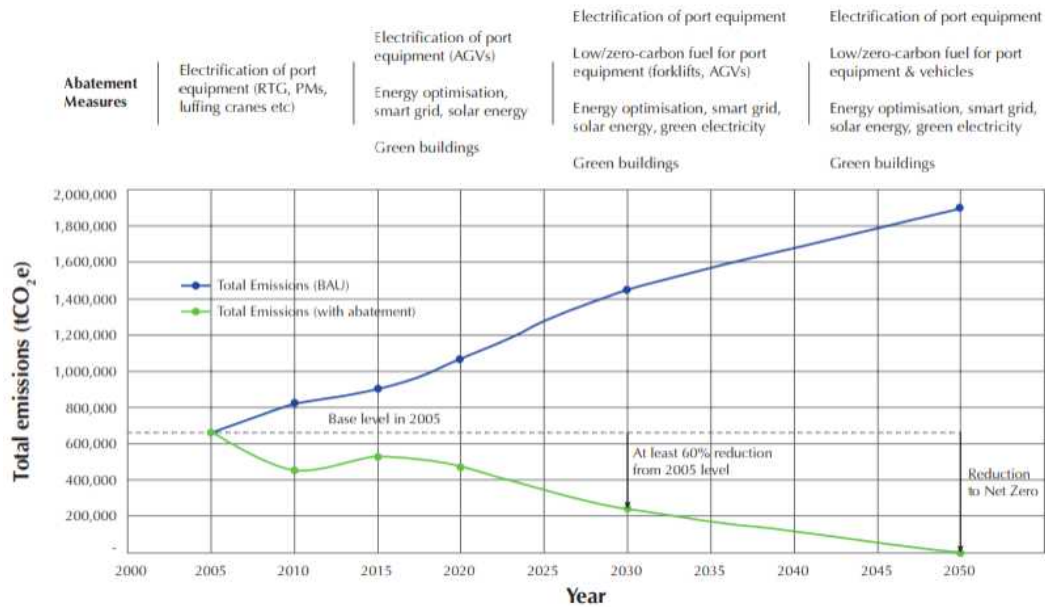
## □ 디지털화를 통한 에너지효율 향상

- 스마트 프라임 무버: PSAC는 센서와 텔레매틱스를 사용하는 스마트 프라임 무버를 개발 하여, 운전자의 급정거 및 과도한 과속을 피하는 에코 드라이빙을 지원함
  - 또한 AI 최적화 경로와 자율 프라임 무버를 실험하여 적용할 예정이며, 자율 기술과 전기화가 결합되면 기존 대비 컨테이너 이동당 배출량이 50% 감소할 것으로 예상함
- 스마트 그리드 관리 및 다중 에너지 시스템(Smart grid management and smart multi-energy systems): 이 시스템은 항만 터미널들이 장비, 터미널 건물, 기타 시설 전반에서 에너지 효율을 모니터링하여 전체 에너지 소비를 관리할 수 있게 해줌
  - PSAC와 EMA(Energy Market Authority)는 컨소시엄에 800만 달러의 보조금을 공동으로 제공하여 해당 기술을 개발하고 있음

## □ 항만 중심의 생태계 개발

- PSAC는 2040년까지 모든 컨테이너 터미널을 투아스항으로 통합할 예정임
  - 이로 인해 기존 터미널과 투아스 항만 간의 운송과 관련한 배출량이 제거되어 연간 약 76,000tCO<sub>2e</sub>의 탄소 배출 저감이 이루어질 것으로 예상됨
- JPPL도 기존 섬 전체에 분산된 콘트리트 배칭 플랜트들을 주룽항으로 통합하여, 연간 60만 대 이상의 트럭 운송을 줄여 약 20,000tCO<sub>2e</sub>의 탄소 배출 저감이 예상됨

<그림 2> Port Terminals: Total Emissions (BAU(Business as Usual) vs with abatement)



▲ Figure 1: BAU versus targeted emissions of port terminals from 2005 to 2050 (Source: PSA and JPPU).

출처: MPA, decarbonisation blue print working towards 2050

## 나

### 국내 항만 작업용 선박(Domestic harbour craft)

싱가포르 내 항만 선박은 선박에 물자를 전달하거나 연료를 공급하고, 예인 및 발진 서비스를 수행함. MPA는 2030년까지 싱가포르내 항만 선박 함대의 탄소 배출량을 2021년 대비 15%, 2050년까지 2030년 대비 배출량을 절반으로 줄이는 것을 목표로 함

#### □ 미래 에너지 믹스(The Future Energy Mix)

- 2030년까지 2021년 대비 탄소 배출량 15%를 감축하기 위해 바이오연료 혼합물, LNG, 디젤-전기 하이브리드 추진 및 완전 전기 추진 시스템을 도입
  - MESD CoE(Maritime Energy and Sustainable Development Centre of Excellence)와 협력하여 10가지 에너지 유형을 평가한 결과, 바이오연료와 LNG가 단기적으로 적합한 연료로 판단되었으며, 장기적으로는 연료 전지, 전기 배터리 시스템, 암모니아, 수소 및 메탄올이 상업적으로 실현 가능한 대안으로 판단되었음
  - MPA는 즉각적으로 바이오연료 사용을 시범 운영하고 있으며, 전기 추진 시스템에 대한 연구를 공동 자금으로 지원하여 2025년부터 항만 내 배터리 충전 인프라를 점진적으로 설치할 계획임

## □ 항만 선박 전동화

- 2050년까지 2030년 수준에서 배출량을 절반으로 줄이기 위해 완전 전기 추진과 친환경 연료로 전환할 계획임
- MPA와 SMI(Singapore Maritime Institute)는 산업계와의 워크숍을 거친 후, 총 9백만 달러의 자금을 MPA의 Maritime GreenFuture Fund에서 공동 지원하기로 함
  - Keppel FELS Limited, SeaTech Solutions, Sembcorp Marine이 이끄는 3개의 컨소시엄에 자금을 지원하여 2025년까지 전기 추진 선박을 연구, 설계, 건조 및 운영할 예정임
- 항만 선박 전동화와 관련하여 다음과 같은 분야를 추가로 연구할 계획임
  - 전기 항만 선박을 위한 육상 충전 인프라에 대한 국가 표준 개발
  - 현재 전력망 인프라의 격차 분석
  - 전기 항만 선박 및 선상 시스템의 기술 비용

## □ 친환경 전환을 위한 규제 프레임워크

- MPA는 친환경 항만/선박을 도입하는 First-Mover들에 투자 비용을 보조하여 초기 투자 부담을 절감하도록 하는 제도(Maritime Singapore Green Initiative; MSGI)를 개발함
  - 이 제도의 주요 프로그램 중 하나는 Green Ship Programme(GSP)로, 에너지 효율적인 설계나 친환경 연료를 채택하는 선주에게 선박 등록비 할인, 항만 사용료 감면 등의 혜택을 제공함
  - 또한, Green Port Program(GPP)을 통해 싱가포르 항만에 입항하여 친환경 연료 벙커링을 하는 선박에 추가적인 항만 사용료 감면 혜택을 제공하여 친환경 기술 도입을 장려하고 있음
- 금융 기관들과 협력하여 선주들을 위한 다양한 금융 옵션을 제공
  - 대출 촉진, 리스크 관리를 돕는 작업도 포함됨
- 친환경 연료 사용을 조건을 하는 “녹색면허” 제도 점진적으로 도입 예정
  - 시간이 지나 구형 선박이 퇴역하게 되면, 점진적으로 친환경 선박의 도입을 촉진할 것이고, 2050년부터는 모든 국내 선박이 녹색면허를 취득하여 완전 전기 추진 또는 친환경 연료를 사용할 것으로 예상됨



## 미래 해양 연료, bunkering 표준 및 인프라 (Future marine fuels, bunkering standards and infrastructure)

싱가포르는 세계적인 bunkering 허브로서, 글로벌 해운업계의 미래 에너지 수요를 충족시키기 위해 바이오연료, 메탄올, 암모니아, 수소와 같은 저탄소 및 무탄소 연료로 전환하기 위한 솔루션을 제공하는 데 전념하고 있음

### □ 미래 에너지 믹스(Future Maritime Energy Mix)

- 현재 글로벌 해운 산업이 최종적으로 어떤 해양 연료를 채택할지 상당한 불확실성이 존재하여 선박 운영 리스크를 분산하기 위해 다중 연료로 전환이 일어날 가능성이 높음
- 브릿지 연료: 바이오 연료 및 LNG
- 중장기 연료: 수소, 암모니아, 메탄올 및 바이오 LNG
  - 바이오 연료, 전기화는 싱가포르 항구 내 운항 선박에 가장 적합한 에너지 옵션임
  - 수소 및 탄소포집활용기술(CCSU) 개발은 아직 초기 단계임
  - The Castor Initiative<sup>3)</sup>는 2026년까지 세계 최초의 암모니아 연료 유조선을 개발하는 것을 목표로 하고 있음

<그림 3> Overview of present assessment of low/zero-carbon fuels

	Supply		Technology		Market Demand & Policies	Regulation / Standards
	Availability	Infrastructure	Fuel Cell	Engine		
Biofuels	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lectrification	✓	✓	✓	✓	✓	✓
e-Methanol	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ammonia	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hydrogen	✓	✗	✓	✗	✗	✗
Onboard CCSU	✗	✗	✓	✗	✗	✗

Interim fuel choice for domestic harbour craft: Biofuels, Lectrification

Long-term fuel choice for domestic harbour craft: Lectrification

Frontrunner fuels for international shipping: e-Methanol, Ammonia

Potential long-term fuel choices for international shipping: Ammonia, Hydrogen, Onboard CCSU

출처: MPA, decarbonisation blue print working towards 2050

3) 캐스터 이니셔티브: 2026년까지 세계 최초의 암모니아 연료 탱커를 설계·건조하며 커미셔닝하는 것을 목표로 하는 다국적 연합체(현재 MISC Berhad, Lloyd's Register, Samsung Heavy Industries, MAN Energy Solutions, Yara International ASA, MPA, JPPL의 7개 파트너로 구성되어 있음)



## □ 친환경 연료 전환을 위한 주요 축

- 기술 시험 및 연구개발
  - 산업 파트너들과 협력하여 타당성 연구 및 파일럿 테스트를 진행하고 있음
  - 목표는 미래 연료의 배치를 위한 혁신 및 연구개발을 촉진하고, 다양한 친환경 연료 솔루션의 운영 및 상업적 가능성을 평가할 수 있도록 하는 것임
- 공급: 벙커링, 저장 및 유통
  - 가치 사슬 전반의 이해관계자들과 협력하여 싱가포르가 글로벌 해운 산업의 벙커링 수요를 지원하기 위해 기존 인프라를 개조하고, 새로운 인프라에 대한 투자를 통해 향후 연료 공급을 확대할 계획임
- 규정 및 기준 개발
  - 미래 연료의 벙커링 가이드라인을 개발하기 위해 산업 및 정부 등 기관들과 협력할 예정이며, GCMD(Global Centre for Maritime Decarbonisation)는 암모니아 벙커링 시험 및 시연을 가능하게 하기 위한 안전 및 운영 기준을 정의하기 위한 연구에 착수하였음
- 수요: 시장 구조 및 정책
  - 교통, 발전소 등 관련 분야와 협력하여 잠재적 수요 대응을 위한 개발을 진행 중임
  - 예를 들어, JPPL은 친환경 연료 벙커링을 지원하는 청정 전기를 생성하기 위한 프로젝트를 추진하고 있음
- 자금 조달
  - MAS 및 산업 파트너들과 협력하여 싱가포르를 녹색 해양금융 허브로 발전시키고 친환경 연료 솔루션 개발을 위한 지속가능성 연계 자금 조달에 대한 접근성을 높이고 있음
- 인재 및 기술 개발
  - 친환경 연료에 대한 수요가 증가함에 따라 해양 탈탄소화와 관련된 지식 및 기술에 대한 수요도 증가할 것임
  - MPA는 산업 파트너들과 협력하여 친환경화를 위한 새로운 직무 및 기술적 요구를 식별하고, 관련 인력을 지원하기 위해 필요한 기술과 지식을 연구하고 지원할 예정임
- 국제 파트너십
  - 국제 해운의 글로벌 특성으로 인해 연료 벙커링 표준이 전 세계적으로 조화롭게 채택되고 일관되게 적용되는 것이 중요함
  - MPA는 로테르담 항구 및 일본의 인프라, 교통 및 관광부와 협력하여 미래 연료 표준을 위한 로드맵을 개발하고 있음



- 싱가포르와 호주는 저탄소 해양 및 해운 이니셔티브를 발표하며, 국제 해양 및 항만 운영을 위한 저탄소 연료 및 기술에 대한 시연과 상업적 프로젝트를 지원하기 위해 MOU를 체결하고 각 1천만 달러를 기여하기로 함

## 라

### 싱가포르 선박 등록(Singapore Registry of Ships)

SRS는 세계 상위 5대 선적국 중 하나로 꾸준히 평가되고 있으며, 선주 및 운영자들과 협력하여 IMO 목표를 실현할 수 있도록 인센티브 및 기술적 지침을 제공하는 데 노력을 기울이고 있음

#### □ MSGI(Maritime Singapore Green Initiative) 발표 (2011년)

- MPA는 MSGI 지원에 초기 5년간 1억 달러를 투자하였고, MSGI의 네 가지 구성 요소 중 GSP(녹색선박프로그램)은 싱가포르 등록 선박이 이산화탄소 및 황산화물 배출을 줄이도록 인센티브를 제공함
  - 2021년말 기준 GSP에 등록된 선박 수는 645척이며, 싱가포르 선적 선박의 11%임

#### □ SRS Green Notation (2021. 11월)

- 에너지효율 기술을 채택하거나 대체연료를 사용하여 IMO EEDI(에너지 효율 설계 지수) 3단계 요구 사항을 최소 10% 이상 초과하는 수준으로 탄소 강도를 줄인 싱가포르 선적 선박에 수여됨
- Notation 증서를 발급받은 선박은 용선자에게 선택될 확률이 높아짐
  - IRF(등록 수수료) 감면 및 ATT(톤세) 할인과 같은 추가 혜택이 있음
  - 향후 5년간, 약 150척의 선박이 SRS Green Notation을 받을 것으로 예상함
- 자격 기준
  - SRS Green Carbon Reduction(CR): 싱가포르 선적 선박 중 IMO EEDI 3단계 요구 사항을 최소 10% 이상 초과하는 수준으로 탄소 강도를 줄인 선박에 수여
  - SRS Green Low Carbon(LC): 주 엔진 및/또는 보조 엔진의 주요 연료로 LNG와 같은 낮은 CF(연료 소비와 CO2 배출 간의 변환 계수)를 갖는 저탄소 연료를 사용하는 싱가포르 선적 선박에 수여
  - SRS Zero-Carbon(ZC): 주 엔진 또는 보조 엔진의 주요 연료로 무탄소 연료를 사용하는 싱가포르 선적 선박에 수여

## □ 미래 연료로의 전환 지원

- (목적) IMO 전략 목표를 달성하기 위한 수단으로 친환경 연료 채택을 장려
- GSP(녹색선박프로그램) 개정 및 강화
  - 특히, 무탄소 연료를 사용하는 선박에 대해 IRF 및 ATT의 최대 할인을 제공 예정
  - 2050년까지 SRS 함대의 50% 이상을 GSP 선박으로 만드는 것을 목표로 함
- 업계 파트너 및 선주들에게 기술적 지침 제공
  - 암모니아 및 수소와 같은 친환경 해양연료에 대한 파일럿 테스트를 개발하고 수행할 수 있도록 지원
  - 선주와 협력하여 법적 예외 조항이 필요한지 평가하고, 필요에 따른 조치가 마련되도록 함
  - 또한 연례 SRS 포럼과 같은 다양한 전문가 세션을 계속 조직하여 국제 해운의 녹색 전환, 정보 교환, 모범 사례 공유, SRS 선주들 간 역량 강화를 촉진하고 있음

### 마

#### **IMO 및 국제플랫폼에서의 노력 (Efforts at IMO and other international platforms)**

싱가포르는 세계적인 허브 항구, 벙커링 허브 및 선박 등록국으로서 IMO에서 제시한 목표를 전적으로 지지하며, 탈탄소화 의제에서 (i)기준 설정자, (ii) 다리 역할의 조정자, (iii) 포괄적인 기후 행동의 옹호자 역할을 국제적으로 수행하고자 함

## □ 기준 설정자(Standards-Setter)

- 생애 주기 GHG 배출을 평가하고 검증하는 방법론과 기준을 개발
  - MPA는 GCNS(Global Compact Network Singapore) 및 SSA(Singapore Shipping Association)와 협력하여 탄소 회계 분야에 적극적으로 참여
- 새로운 안전 기준 및 규정 신설로 안전한 국제 해운 보장
  - 각국 항만 당국, 해양 행정 및 업계와 협력하여 선박과 항구가 대체 연료를 안전하게 벙커링할 수 있도록 조율된 기준과 규정을 개발하여, 글로벌 기준을 IMO에서 초안으로 작성하고 채택하기 위해 IMO 회원국 및 옵서버 조직들과 협력할 예정임
    - 이와 관련해 싱가포르는 LNG 벙커링을 위한 기준과 절차를 개발한 경험 및 LNG 포트 포커스 그룹에서의 활동을 바탕으로 전문성을 제공할 수 있음

- 예를 들어, 싱가포르와 일본은 2021년 10월에 열린 IMO 해양안전위원회(MSC) 104차 회의에서 암모니아 추진 선박에 대한 비강제적 지침을 개발하는 새로운 작업을 제안하는 공동 제출서를 후원함
- MPA는 로테르담 항만청 및 일본 국토교통성과 함께 FFPN(미래 연료 포트 네트워크)을 설립하여 청정 해양 연료에 대한 기준의 조화를 탐구하는 로드맵을 개발하고 있음
- 싱가포르는 덴마크, 가나, 프랑스, 인도, 모로코, 노르웨이, 대한민국, 영국, 미국과 함께 ‘the Zero-Emission Shipping Mission’<sup>4)</sup>의 핵심 회원국으로 참여하고 있음
  - 다른 미션 회원국 및 업계 파트너들과 협력하여 수소, 암모니아 및 바이오연료와 같은 미래 연료를 위한 항만 인프라와 규제 기준을 개발할 예정임

## □ 다리 역할(Bridge-Builder)

- 싱가포르는 EEXI 및 CII 지침과 관련된 등급 시스템을 포함한 패키지 단기 조치 합의 도출에 중요한 중재 역할을 하였음
- 싱가포르는 여러 IMO 회원국과 함께 해운업계의 제안을 지지하여, 해운업계에 연료 1톤 당 2달러의 의무적 기여금으로 국제해양연구개발위원회(International Maritime Research and Development Board)를 설립하도록 제안함
  - 이는 친환경 연료 솔루션을 상업적으로 실현가능하도록 개발하는데 필요한 긴급한 자금을 창출하고, 개발도상국의 기후 행동을 지원하는 역량 구축을 가능하게 할 것임
- 싱가포르는 MPA와 싱가포르 기반 학술 기관의 전문 지식을 바탕으로 GHG 문제에 관한 논의와 연구에 적극적으로 기여하고 있음
  - MPA는 IMO 제4차 GHG 연구 관리위원회의 일원이었으며, 연구 결과를 검토하는 전문가 패널에도 기여함
  - MPA와 NUS(싱가포르국립대학)는 선박의 GHG 배출을 줄이기 위한 단기 조치에 대한 포괄적인 영향 평가에도 전문 지식을 제공함

4) The Zero-Emission Shipping Mission: 제로 배출 해운 미션은 덴마크가 주도하는 국가 연합으로, 해운 및 에너지 기술을 개발, 테스트, 상업화하고, 제로 배출 선박을 위한 시장을 준비하는 활동에 참여하는 것을 목표로 함

## □ 중·장기 조치에 대한 합의 도출(Building Consensus on Mid- and Long-Term Measures)

- 시장 기반 조치(MBMs)는 GHG 배출에 가격을 매기며, 해운업계가 친환경 선박과 기술에 투자하고, 선박을 보다 에너지 효율적으로 운영하도록 경제적 인센티브를 제공하는 것임
  - 현재까지 IMO에서 논의된 MBM에는 탄소세와 배출권 거래제(Cap-and-trade)가 있음
- 국제 해운에 대한 탄소세를 적극 지지하며, 탈탄소화 관련 글로벌 영향력을 확대
  - 국제 연구개발 기금을 강화하여 실현 가능한 저탄소 및 무탄소 솔루션을 개발하는 데 기여하고자 함
  - 글로벌 MBM에서 발생한 기금의 일부를 개발도상국의 기후 행동을 지원하는 데 할당
  - IMO GHG 기술 협력을 위하여 신탁 기금에 10만 달러를 기부하였으며, 이를 통해 GHG 배출 감소와 관련된 기술적 문제에 대한 이해를 심화하고, 회원국들의 탈탄소화 노력을 지원할 수 있도록 할 계획임
- 탄소배출권의 자발적 구매를 촉진하거나 배출권 거래소에 대한 타당성 조사를 지원하고, 탄소 회계를 위한 방법론을 수립하는 등 해운사들을 더욱 적극적으로 지원할 예정임

## □ 포괄적 기후 행동의 옹호자(Advocate of Inclusive Climate Action)

- NextGEN - Green and Efficient Navigation 이니셔티브 개발
  - IMO와 협력하여 해운업계 탈탄소화 이니셔티브의 협력적 글로벌 생태계를 개발하여, 모든 국가가 탈탄소화 과정에서 평등한 경쟁의 장을 확보하는 것을 목표로 하고 있음
- 그 외에도 싱가포르를 소도서국(SIDS) 및 최빈개도국(LDCs)이 초기 IMO 전략 목표를 달성하는 데 필요한 지원을 제공하는 목표를 계속 유지하고 있음
- 해외 항만 및 해운 공무원을 위한 글로벌 해운 리더십 교육 제공
  - 이 프로그램은 리더십, 정책 결정, 위기 커뮤니케이션, 항만 계획 및 관리, 해운 경제, 해양법 및 지속 가능성 등 다양한 주제를 다루고 있음
- GCMD(글로벌 해양 탈탄소화 센터)의 전문 지식과 생태계를 활용한 새로운 해양 지속 가능성 및 탈탄소화 주요 프로그램을 도입할 계획임

싱가포르는 해운 탈탄소화 연구개발(R&D) 솔루션의 글로벌 허브가 될 것이며, 활기찬 생태계, 해운 전문성을 통해 혁신 기술을 개발, 시험, 배포, 상업화할 것임

□ R&D 및 혁신 촉진(Catalysing R&D and Innovation)

- MPA는 해운 탈탄소화 R&D에 5년간 8천만 달러 규모의 자금을 투입함
  - MESD CoE(해양환경지속가능센터)의 설립 지원금, Maritime GreenFuture Fund(해양녹색미래기금), GCMD(글로벌해양탈탄소화센터)에 할당된 자금과 더불어, 해운 기업 및 연구 기관과 함께하는 다른 프로그램 및 프로젝트에 대한 자금이 포함됨
  - 이 자금으로 2027년까지 약 20개의 기술 프로젝트를 촉진하고 100명 이상의 연구자, 과학자 및 엔지니어를 양성하고 있음

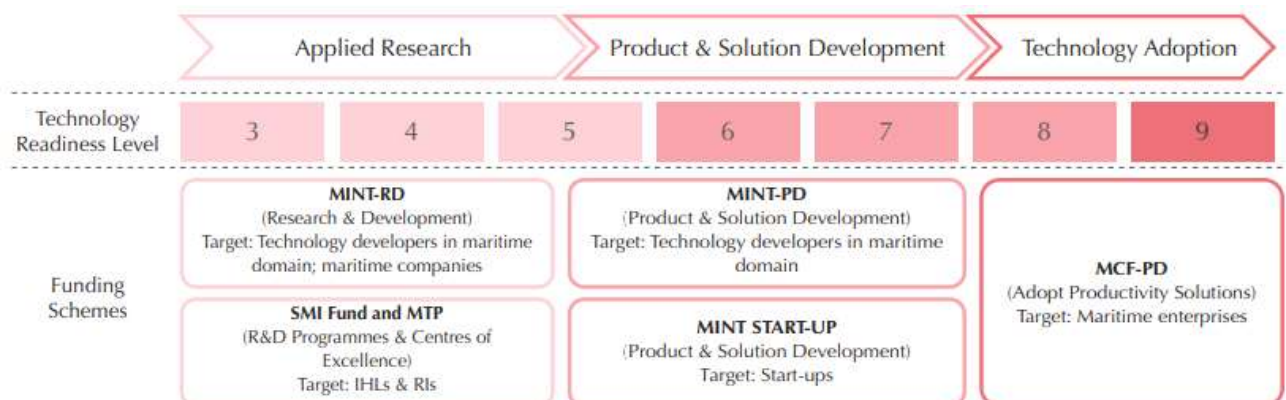
□ 녹색기술 개발 분야(Green Tech Capability Development Areas)

집중분야	Present to 5 years	In 10 years
전동화 (Electrification)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 항만선박                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 파일럿: 상업적으로 실행 가능한 접근 방식을 기반으로 충전 인프라를 갖춘 전기 항만·선박 시범 도입</li> <li>- 인프라: 충전 인프라 계획을 위한 새로운 도구를 활용하고 전기 항만선박 설계 및 통합 최적화</li> </ul> </li> <li>○ 터미널                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 활용(deployment): 터미널 내 수평 운송 및 화물 처리 장비의 전동화</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원양선박                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 배치: 장기 운항이 가능한 전기 선박 도입</li> <li>- 인프라: 고속충전 인프라 시험</li> </ul> </li> </ul>
지속가능연료 (Sustainable Fuels)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 항만선박과 원양선박                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 파일럿: 친환경연료 채택을 위한 프레임워크와 바이오연료 파일럿 채택</li> <li>- 측정: 생애주기평가(LCA)를 기반으로 배출 감소 추적 및 계산 도구 배치</li> <li>- 인증/인가: 배출, 연료품질 및 양 검증을 위한 방법론 수립</li> </ul> </li> <li>○ 터미널                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 활용: 터미널 내 수평 운송을 위한 LNG 도입</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 항만선박과 원양선박                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 테스트: 3세대 및 4세대 바이오연료 시험(조류 및 박테리아로 생산)</li> </ul> </li> </ul>

<p>감축 조치 (Abatement Measures)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 항만선박과 원양선박 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구: 선상 탄소 포집, 전환 및 하류 활용 경로 검증</li> <li>- 테스트: CCSU(탄소포집, 저장 및 활용)프로토타입 테스트</li> </ul> </li> <li>○ 터미널 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 활용: 항만생애주기 내에서 통한된 물-폐기물-에너지 활용 순환 경제</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 항만선박과 원양선박 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 테스트: CCSU의 전면적인 해상 시험</li> <li>- 포집 및 전환 기술 최적화</li> </ul> </li> </ul>
<p>미래 해양 연료 (Future Marine Fuels)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 항만선박과 원양선박 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 연구: 잠재적인 무탄소 연료로서 수소의 실행 가능성, 수소 연료 활용을 위해 필요한 주요 연구 분야 조사</li> </ul> </li> <li>○ 터미널 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 테스트: 수평 운송을 위한 수소 연료 전지 테스트</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 항만선박과 원양선박 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 테스트: 수소 추진선 프로토타입에 대한 해상시험 및 고효율 에너지 전환 기술 개발</li> <li>- 인프라: 미래 벙커링 과정 및 인프라 구축</li> </ul> </li> </ul>

- 기술 투자 지원을 위해서 금융 메커니즘과 자금 지원이 매우 중요함
  - 해양혁신프로그램(Maritime Transformation Programme), SMI 등 다양한 자금, 프로그램 및 플랫폼을 통해서 지원이 이루어지고 있음
- 민트 펀드 (MINT(Maritime Innovation and Technology) Fund)
  - MPA가 2003년 런칭한 펀드이며 현지 중소기업인 Billion Miles는 이 펀드를 통해 바이오연료메탄올 엔진설계의 복잡성을 줄이고 향후 설비 유지보수 비용을 절감할 수 있는 직분사 시스템을 개발함
- 해양그린퓨처펀드 (Maritime GreenFuture Fund)
  - MPA가 2020년 런칭한 자금 지원 계획이며, 메탄올 및 바이오연료 같은 친환경연료 사용을 시험하고 전기 선박 사용을 촉진하기 위해 설립된 펀드임

<그림 4> Funding schemes for maritime R&D projects



출처: MPA, decarbonisation blueprint working towards 2050

## □ 해양 탈탄소화 분야 글로벌 인재 육성(Building Global Talent in Maritime Decarbonisation)

- 싱가포르의 해양 탈탄소화 노력은 향후 10년간 화학 공학, 해양 공학, 소프트웨어 프로그래밍 등 다양한 분야에서 총 1,200개의 지속가능성 관련 일자리를 창출할 것으로 예상되며 관련 분야 R&D 연구원과 전문가 수요가 증가함
- 탈탄소화 활동 관련 파일럿 테스트, 전환 및 배치, 사업 성장 프로젝트 등 관련 활동으로 발생한 비용을 절감할 수 있도록 지원하는 프로그램이 있음
- 업계 파트너 및 교육기관(IHLs)과 협력하여 취업 전 교육 및 경력 전환 기회를 보장함

## 사

### 탄소 인식, 탄소 회계 및 녹색 금융 (Carbon awareness, carbon accounting and green financing)

세계적으로 탈탄소화에 대한 의식이 증가하는 추세이지만, 현재 탄소배출량을 측정할 수 있는 표준화된 방법이 없는 상황이기 때문에 싱가포르는 탄소 회계 및 상쇄에 대한 품질 기준 및 지침을 개발하여 탈탄소 생태계를 유지하고 발전시키고자 함

## □ 해양 산업에서 탄소 회계 및 보고를 위한 역량 강화 및 지침 개발

- MPA는 2019년에 MSGI의 Green Awareness Programme의 일환으로 첫 번째 해양 산업 전용 “지속가능성 보고 가이드”를 출시함
  - 이 가이드는 상장 및 비상장 해양 기업들에게 고품질의 지속가능성 보고서를 작성할 수 있는 실용적인 프레임워크와 모범 사례를 제공함

## □ 정부 자체 탄소 회계 이니셔티브 활용

- (LowCarbonSG) NEA, MSE, MTI가 공동으로 추진하는 이니셔티브로, 중소기업들 사이에서 탈탄소화의 필요성, 기후위험이 기업에 미치는 영향, 기회에 대한 인식을 제고
- 해양산업에서 자발적 탄소거래를 활용해 탈탄소화 목표를 달성할 수 있도록 지원

## □ 녹색 금융 환경 개발 및 생태계 구축

- 싱가포르는 선박금융 포트폴리오를 보유한 약 20개의 국제은행이 자리 잡고 있으며, 해양 리스 및 싱가포르 증권거래소 상장 기회를 포함한 다양한 대체금융 옵션이 제공됨
- MPA는 SSA와 금융기관 등 업계 파트너와 협력하여 자본 조달을 촉진하는 플랫폼을 적극적으로 개발해왔으며, 이를 통해 해운사와 투자자의 접점을 만들어 줌



- 궁극적인 목표는 다양한 금융 프로젝트와 솔루션에 대한 투자자의 관심을 자극함으로써 싱가포르를 해양 기업들이 자금을 쉽게 조달할 수 있는 최적의 장소로 만드는 것임
- MPA는 싱가포르를 녹색 해양금융 허브로 자리 잡게 할 계획이며 해양 기업들이 MAS의 GSLS(녹색 및 지속가능 대출 지원제도)와 같은 프로그램을 활용하도록 적극 권장하여 역량을 심화하는 전략을 추진할 것임
- GSLS는 대출의 친환경 인증을 검증하기 위해 독립적인 지속가능성 자문 및 평가 서비스를 이용할 때 발생하는 비용을 절감해주어 기업들이 기업 거버넌스를 개선하고 녹색금융에 접근할 수 있도록 지원함

## □ 솔루션 개발

- 기후 개선조치와 자본 투자 간의 연계를 명확히 하기 위해 MPA는 MAS, GCMD 등 관련기관들과 협력하여 해양 부문에서 지속가능한 자산과 활동에 대한 표준 분류 체계를 개발할 것임
  - 이를 통해 산업, 투자자, 정책 입안자들이 지속가능한 경제활동에 대해 더 명확하고 일관된 정의를 가질 수 있을 것임
- 디지털화에 대응하기 위해 선박 운영 및 배출 데이터를 평가하여 선박 금융기관의 대출 의사결정 과정에 통합할 수 있는 솔루션을 모색하기 위해 기술기업들과 협력 중임
  - 목표는 다양한 이해관계자로부터 검증된 선박 중심 데이터를 통합할 수 있는 녹색 해운 데이터 생태계를 구축하는 것임
  - 이를 바탕으로 금융기관이 탄소 감축 역량과 자산 성과를 측정하거나 추적할 수 있는 디지털 솔루션을 개발할 수 있을 것임

## □ 다양한 금융 옵션 제공

- 다양한 금융 옵션 제공을 위해, 친환경에 중점을 둔 해운펀드를 싱가포르에 유치하기 위한 노력을 하고 있으며, MPA는 MSI-ML, MCF-BD 과 같은 정책프로그램으로 지원할 예정임
- 또한, 금융 중개기관 및 여러 이해관계자와 협력하여 친환경 및 SLL, SLB와 같은 새로운 금융상품을 개발하여 금융환경을 다각화 하는 방안을 모색 중임
  - '21년 3월 BW Group의 계열사인 Hafnia Limited가 10개 은행으로 구성된 공동 대출단과 7년 만기 3억 7,400만 달러 규모의 SLL 계약을 체결했고, 이 대출은 해운산업에서 최초로 MAS의 지속가능성연계대출 제도를 활용한 사례임
  - '21년 3월 Sembcorp Marine은 DBS로부터 싱가포르 기준금리(SORA)를 참고한 5억

달러 규모의 지속가능성연계 금융을 실행했고 이는 해운산업 최초의 SORA 기반 SLL로 여겨져, ESG 목표와 연계된 금리 할인 기능이 포함되어 있음

- '21년 11월 싱가포르 예인선 운영사인 PSAM이 DBS로부터 3년 만기인 3천만 유로 이상의 가치인 지속가능성연계대출(SLL)을 받았으며, 이 대출은 ESG 목표에 연계된 이자율 조정 기능이 포함되어 있고 PSAM 선박 운송 지원 선단이 해상 풍력 에너지 관련 지원 활동에 주로 사용될 것을 요구함

## □ 그린 금융 역량 및 능력 강화

- MPA는 정부 기관, 3자 파트너 및 고등 교육 기관(IHL)과 협력하여 관련 우수 센터와 기관 내에서 제공되는 강좌와 프로그램의 커리큘럼을 개발할 예정임
- 기후 위험 모델링, 임팩트 투자, 기후 관련 재무 공개 등 그린 금융에 적용 가능한 맞춤형 역량을 갖춘 해양 관련 강좌 개발을 위해 고등 교육 기관들과 계속 협력

<그림 5> MPA's Ambition – Green Ship Finance Centre of the East



MSGI(Maritime Singapore Green Initiative)는 글로벌 기후변화 대응 목표하에 싱가포르의 해운 및 관련 활동의 지속가능한 해양 관행을 촉진하기 위해 2011년 싱가포르 해양항만청(MPA)에 의해 시작된 포괄적 환경 이니셔티브로, 지속적으로 프로그램이 보완·강화되어 2027년까지 연장되었으며, 2025-2027년까지 \$50m를 기여할 계획임

## □ 주요 구성 요소

- 그린 ship 프로그램(Green Ship Program; GSP)
  - 에너지 고효율, 탈탄소 연료 및 탈탄소 기술 적용 선박에 IRF(초기등록비)와 연간톤세 할인
- 그린 포트 프로그램(Green Port infrastructure Program; GPP)
  - 탈탄소 연료 사용 선박의 입항 시 항만사용료 할인 혜택이 있고, 할인 폭은 선박이 사용하는 연료 종류와 배출 저감 효과에 따라, 배출 저감 효과가 큰 선박일수록 더 높은 할인을 적용 받음
- 그린 크래프트 프로그램(Green Craft Program; GCP)
  - 탈탄소 연료 또는 기술을 사용하는 항만 작업용 선박에 대해 항만사용료 할인 혜택 제공
- 그린 에너지 프로그램(Green Energy and Technology Program; GETP)
  - 고도 기술 개발, 도입 및 상용화를 지원하는 자금 지원
- 그린 인식 프로그램(Green Awareness Program; GAP)
  - 탄소 회계 및 관리 분야에서 업계 역량을 개발하기 위한 자금 지원

## □ 세부 인센티브 항목

- 무배출 연료 엔진/ 기술 채택시
  - 수소나 배터리 같은 무배출 연료를 주요 연료로 사용하는 엔진이나 기술을 채택한 싱가포르 등록 선박(SRS)은 초기 등록비(IRF)와 연간 톤세(ATT)에서 100% 감면

- 무탄소 및 거의 무탄소(near-zero emissions)인 연료 엔진 채택시
  - 암모니아(암모니아 슬립, 질소 산화물(N<sub>0x</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O)포함)와 같은 제로 탄소 연료를 주요 연료로 사용하는 엔진을 채택한 SRS는 초기 등록비에서 100%, 연간 톤세에서 80% 감면 혜택
- CF 값 < 1.375인 저탄소연료 엔진 채택시
  - CF(연료 소비와 CO<sub>2</sub> 배출 간의 변환 계수) 값이 1.375 미만인 연료를 주요 연료로 사용하는 엔진을 채택한 SRS는 초기 등록비에서 75%, 연간 톤세에서 50% 감면 혜택
- 1.375 < CF < 2.750인 저탄소 연료 엔진 채택시
  - 초기 등록비의 50%, 연간 톤세에서 20% 감면 혜택
- IMO MARPOL 부속서 EEDI 요구사항 초과 달성시
  - 에너지효율설계지수(EEDI) 3단계 요구사항을 10% 이상 초과하는 SRS는 초기등록비와 연간 톤세에서 각각 20% 감면 혜택 제공
- CII, A 등급 달성시
  - 탄소 집약도 지수(CII)에서 “A”등급을 달성한 SRS는 연간 톤세에서 추가로 5% 감면 혜택을 받을 수 있음