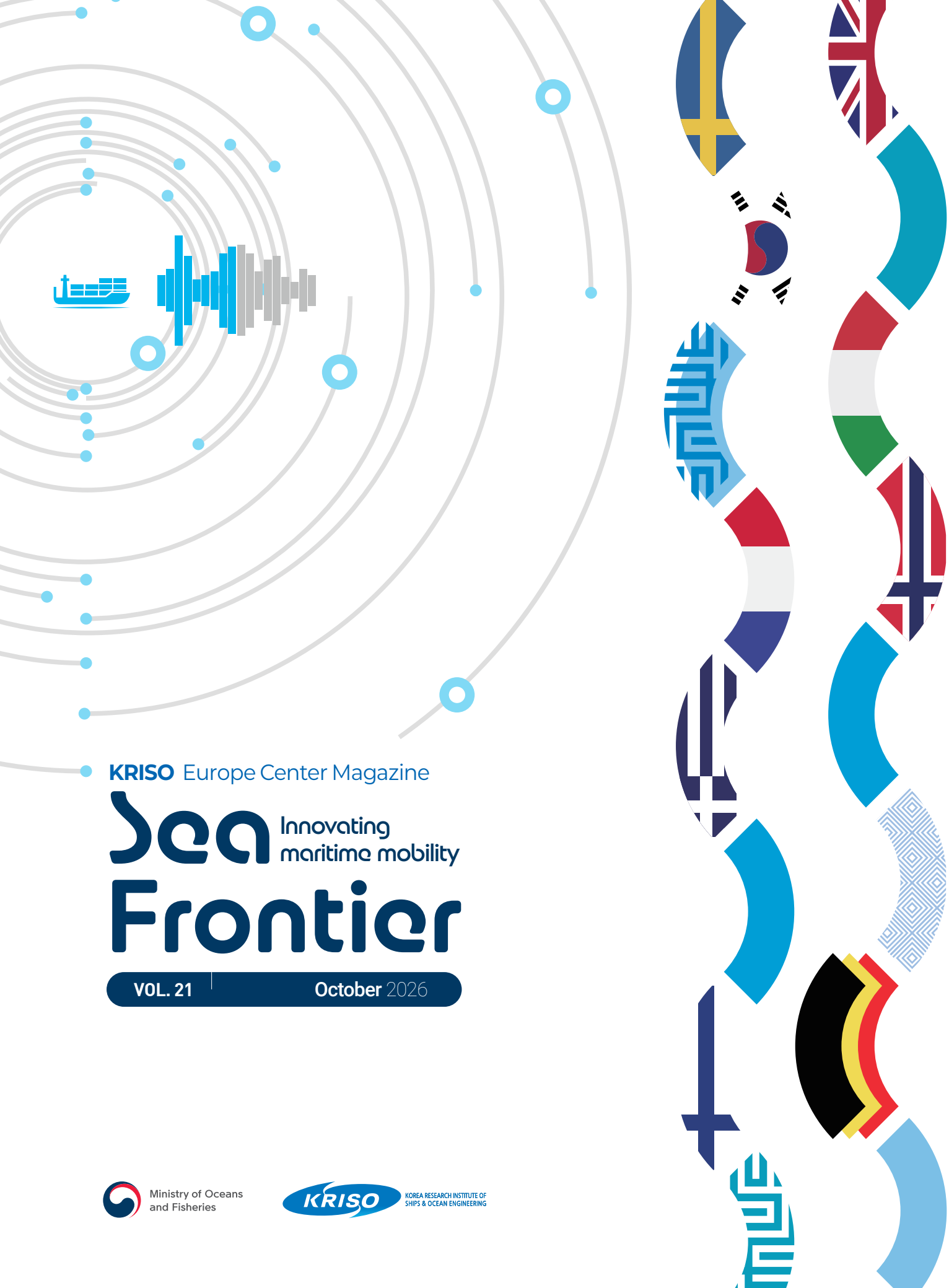

KRISO Europe Center Magazine

Sea Frontier

Innovating maritime mobility

VOL. 21 October 2026

Ministry of Oceans and Fisheries

KRISO KOREA RESEARCH INSTITUTE OF SHIPS & OCEAN ENGINEERING

CONTENTS

Special Report
기획 특집

How Can Artificial Intelligence Enable a Greener, Safer, and More Efficient Maritime Sector? 02
인공지능은 어떻게 해양 분야를 더 친환경적이고, 안전하며, 효율적으로 만들 수 있는가?
– **Tor Arne Johansen**(Centre Director, Professor, Norwegian Maritime AI Centre (MAI)), **Eirik Sivertsen**(Co-director, Project Manager, Norwegian Maritime AI Centre (MAI)), **Ole Andreas Alsos**(Co-director, Professor, Norwegian Maritime AI Centre (MAI))

Maritime Monitor
기술 동향

차세대 해양 데이터와 AI 기반 항해 지원 기술의 발전 13
해양 무인 시스템의 상용화와 자율운용 기술 발전 17
선박 디지털 전환의 핵심 과제, 데이터 통합과 사이버 보안 20

Nautical Notes
정책 동향

유럽, 디지털 기술 기반 선박 오염 감시·단속체계 고도화 22
유럽, 선박 온실가스 배출정보의 디지털 검증·관리체계 강화 26

Newsletter
주요 알림

Tomorrow.Blue Economy World Congress 2026 31
스페인, 바르셀로나
IAPH World Ports Conference 2026 32
영국, 런던
Marine Energy Transition Forum 2026 33
영국, 런던
International Maritime Conference & Expo – Malta 2026 34
몰타, 발레타

How Can Artificial Intelligence Enable a Greener, Safer, and More Efficient Maritime Sector?

Special Report

Tor Arne Johansen
Centre Director, Professor

Eirik Sivertsen
Co-director, Project Manager

Ole Andreas Alsos
Co-director, Professor

Norwegian Maritime AI Centre (MAI)

Digitalisation and artificial intelligence (AI) are being adopted across industries at an unprecedented pace, transforming society in countless ways. Companies that fail to embrace these technologies risk losing their competitive edge. Yet studies show that many organisations struggle to realise the expected benefits of AI. The world's first maritime AI center aims to help our partners to successfully adopt AI and strengthen their competitiveness.

AI has become a powerful tool across a wide range of industries and has driven major changes in marketing, sales, and information technology. Automated solutions have reduced costs, increased productivity, and contributed to revenue growth. Despite these benefits, some studies across multiple sectors suggest that approximately 80 percent of AI projects fail to achieve their intended outcomes — roughly twice the failure rate of traditional ICT projects. The reasons often include conflicting objectives, insufficient data quality, and inadequate use of domain expertise when developing AI solutions.

The growing demand for safe and sustainable maritime services, combined with an increasing shortage of qualified labour, is creating strong pressure for change across the maritime sector. At the same time, companies must improve growth, efficiency, and profitability while adapting to rapid market fluctuations and uncertainty.

This is one of the reasons behind the establishment of the Norwegian Maritime AI Centre (MAI). The national center will support companies and the public sector in developing not only new technologies, but also the organisations and people required to succeed with AI.

Large language models (LLMs), such as ChatGPT, have demonstrated significant value across many applications. Today's LLMs are primarily trained on vast amounts of text, images, and videos available on the Internet. Analogously, learning language and interpreting visual information are among the first skills children acquire at school, and they are fundamental to knowledge acquisition.

However, not all information is openly available in the Internet, and children learn far more than language and visual communication. They develop physical skills and gain an understanding of nature, technology, and society, enabling them to solve practical and technical problems. The next generation of AI systems must do the same. They must learn how the physical world works, how actions affect the environment around us, and how advanced technical systems are designed, built, and operated.

The data required to develop this type of AI cannot simply be downloaded from the internet. Such data and models must be sourced from other channels, including sensors, advanced digital twins and numerical simulators based on physical mechanisms, and technical or operational expertise that resides within the industry itself—such as the knowledge and judgement that define good seamanship.

We must also ensure that AI agents are trustworthy, transparent, secure, and accountable. The European Union has established requirements for AI systems used in safety-critical applications, including the ability to explain and justify decisions. These expectations

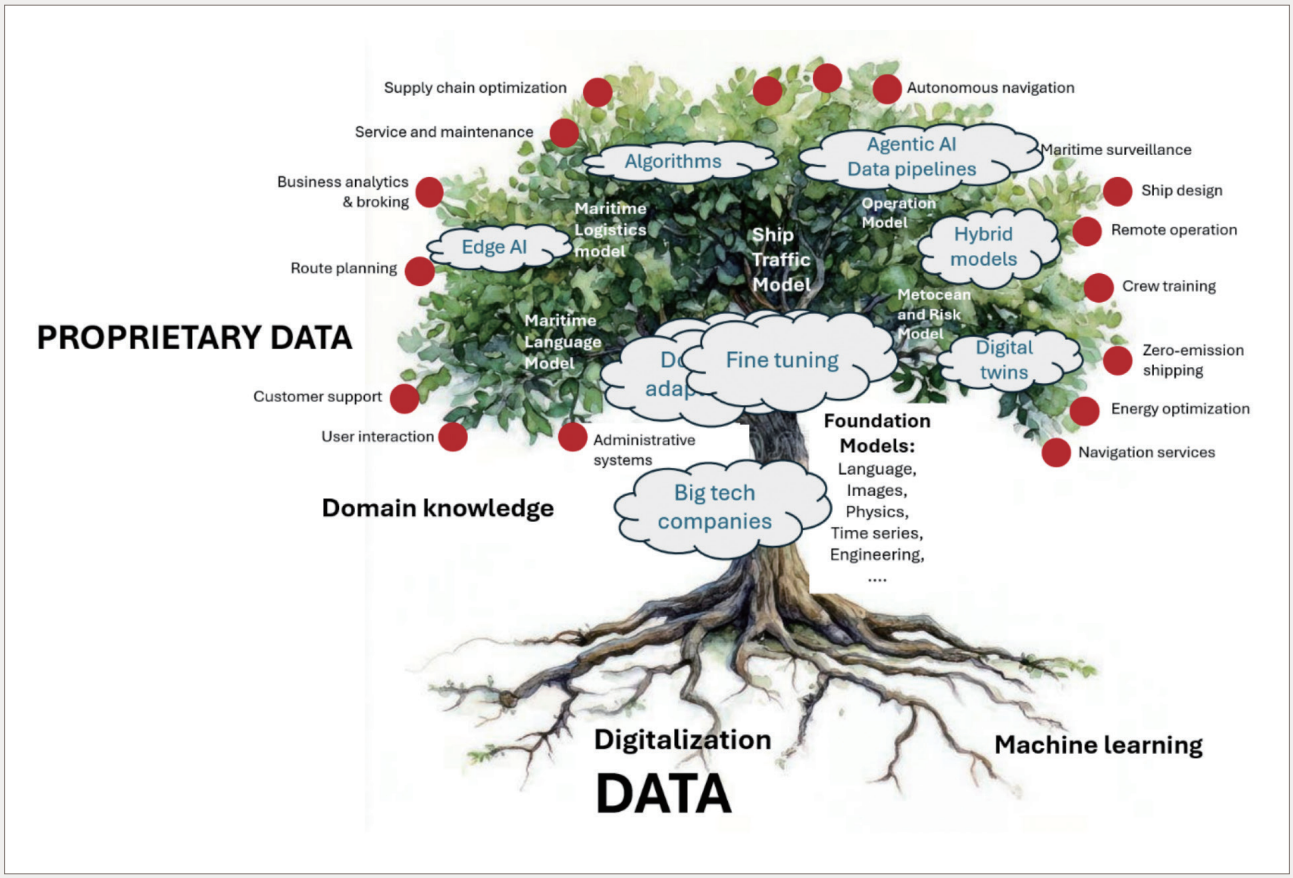

Fig. 1: The figure illustrates MAI's research approach. Rapidly evolving AI foundation models and technology will be enriched by shared domain knowledge into specific maritime models that meet the demands of the maritime sector. Industry and public sector partners can further enrich these models with proprietary data and develop a wide range of algorithms, agents and applications.

are significantly more demanding than those placed on many AI systems used in everyday life.

Most people agree that unused knowledge and data create little value, while the value of data multiplies when it is shared. Our mission is to help the maritime industry unlock the value of its data through AI. This can increase productivity, strengthen competitiveness, enhance safety, and create new opportunities for value creation. Cooperation and trust among stakeholders will be critical. If concerns regarding data ownership and cybersecurity become barriers, success will be difficult to achieve.

MAI will help position the maritime sector for broader and more innovative adoption of AI. To demonstrate the value of maritime AI and test new solutions, the center will work across a wide range of application areas.

AI can improve logistics and shipping operations by optimising voyage planning, supply chains, commercial transactions, and market forecasting. It can automate documentation, support regulatory compliance, and streamline administrative processes. The result can be lower costs, faster operations, and more reliable deliveries.

In ship design and construction, AI can optimise hull forms, propulsion systems, production processes, and technical documentation. By automating tasks, interpreting regulations, improving planning, reducing errors, and supporting data-driven decision-making, AI can help meet both performance and emissions targets more effectively.

Route planning can be significantly improved through AI analysis of weather conditions, waves, ocean currents, port calls, and vessel performance. By recommending optimal routes and speeds, AI can reduce fuel consumption, emissions, and operating costs while maintaining high levels of safety.

For condition monitoring and maintenance, AI can analyse large volumes of signals and alarms from automation and monitoring systems, predict failures

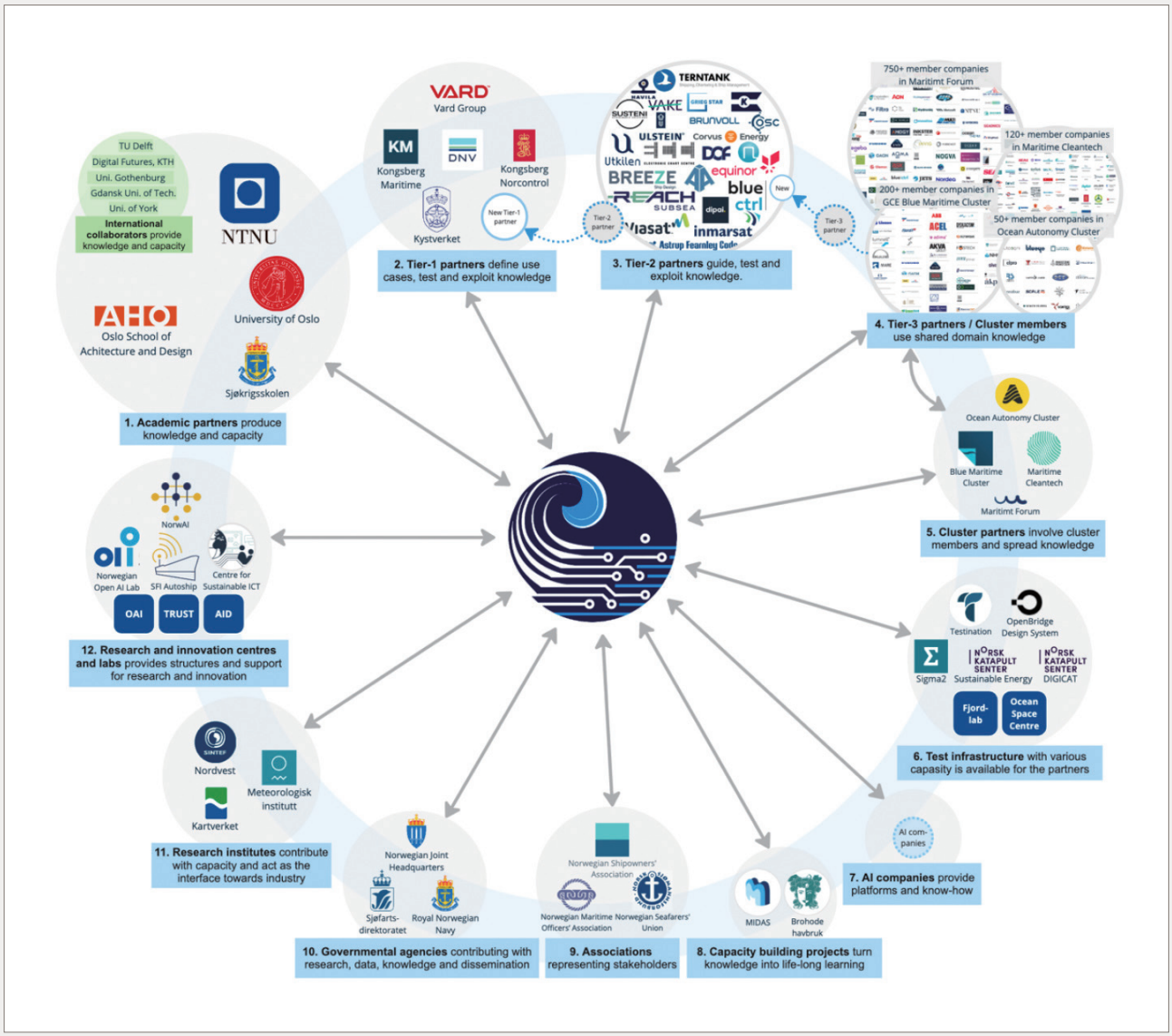

Fig. 2: The MAI ecosystem and partners.

before they occur, and recommend maintenance actions in real time. This can minimise downtime, reduce costs, and enhance operational safety.

AI can also enhance crew training through advanced simulations, real-time risk assessment, and decision-support tools. This improves preparedness and reduces the likelihood of accidents.

AI-powered monitoring systems can rapidly identify anomalies, security threats, and unsafe situations by analysing real-time data from coastal and satellite-based sensors. Earlier detection enables faster and more effective responses.

Modern propulsion and power systems are becoming increasingly complex as new technologies and energy sources, including sails, batteries, and hydrogen, are introduced. AI can optimise power distribution, energy consumption, and emissions control in real time, improving efficiency, strengthening safety, and supporting decarbonisation efforts.

Autonomous vessels and remote operations are becoming increasingly common. AI agents can perform routine tasks on behalf of crews, reducing workload and stress while helping address labour shortages across the maritime industry. This has the potential to lower operating costs and improve overall efficiency.

For all maritime nations, maintaining and strengthening our competitiveness is essential. When studies indicate that many AI projects fail, MAI's mission is to help ensure that our partners succeed more often and achieve better outcomes. We will do this by leveraging world-class research environments and a globally leading maritime industry built on the expertise and professionalism of its people. Our ambition is to position our partners at the forefront of maritime AI internationally.

Fact Box

The Norwegian Maritime AI Centre (MAI) has received NOK 100 million in funding from the Research Council of Norway for the period 2026–2030, while participating partners are contributing more than NOK 150 million of their own resources. The centre is led by the Norwegian University of Science and Technology (NTNU), with research partners including the University of Oslo, the Oslo School of Architecture and Design, the Norwegian Naval Academy, the Norwegian Mapping Authority, SINTEF, and the Norwegian Meteorological Institute (MET). The centre will involve 30 PhD candidates, a substantial number of researchers, and approximately 200 students participating in its activities that will include international research collaboration.

The centre has broad participation from the Norwegian maritime sector. Key partners include DNV, Kongsberg, Norcontrol, VARD, and the Norwegian Coastal Administration. In addition, approximately 30 companies, organisations, and public-sector stakeholders contribute maritime expertise, testing capabilities, validation activities, and application studies. Through the industry clusters Maritime Forum, Blue Maritime, Ocean Autonomy, and Maritime CleanTech, more than 1,000 Norwegian companies will gain access to the centre's results and innovations. Organisations such as the Norwegian Shipowners' Association, Maritime Forum, the Norwegian Seafarers' Union, and the Norwegian Maritime Officers' Association will contribute valuable industry knowledge and expertise in organisational transformation.

Follow us on LinkedIn. More information can be found here: https://www.ntnu.edu/mai

인공지능은 어떻게 해양 분야를 더 친환경적이고, 안전하며, 효율적으로 만들 수 있는가?

Tor Arne Johansen
Centre Director, Professor

Eirik Sivertsen
Co-director, Project Manager

Ole Andreas Alsos
Co-director, Professor

Norwegian Maritime AI Centre (MAI)

Special Report

디지털화와 인공지능(AI, Artificial Intelligence)은 전례 없는 속도로 산업 전반에 도입되면서 사회를 다방면으로 변화시키고 있다. 이러한 기술을 수용하지 못하는 기업은 경쟁 우위를 잃을 위험에 직면하게 된다. 그러나 여러 연구에 따르면, 많은 조직이 AI에 기대했던 효과를 실제로 거두는 데 어려움을 겪고 있는 것으로 나타났다. 세계 최초의 해양 AI 센터인 노르웨이 해양 AI 센터(MAI, Norwegian Maritime AI Centre)는 파트너들이 AI를 성공적으로 도입하고 경쟁력을 강화할 수 있도록 지원하는 것을 목표로 한다.

AI는 폭넓은 산업 분야에서 강력한 도구로 자리 잡았으며, 마케팅, 영업, 정보기술 분야에 큰 변화를 이끌어 왔다. 자동화 솔루션은 비용을 절감하고 생산성을 높였으며 매출 성장에도 기여했다. 이러한 효과에도 불구하고, 여러 산업 부문을 대상으로 한 일부 연구에서는 AI 프로젝트의 약 80%가 의도한 성과를 달성하지 못한다고 지적하는데, 이는 기존 정보통신기술[1] 프로젝트 실패율의 약 두 배에 이르는 수치이다. 주된 원인으로는 상충하는 목표, 불충분한 데이터 품질, 그리고 AI 솔루션 개발 과정에서 도메인 전문 지식을 충분히 활용하지 못한 점 등이 꼽힌다.

안전하고 지속 가능한 해양 서비스에 대한 수요 증가와 숙련 인력 부족 심화가 맞물리면서, 해양 분야 전반에 걸친 변화 요구가 강하게 제기되고 있다. 동시에 기업들은 급격한 시장 변동과 불확실성에 대응하면서도 성장성, 효율성, 수익성을 함께 개선해야 하는 과제를 안고 있다.

이것이 MAI가 설립된 배경 중 하나이다. 이 국가 차원의 센터는 기업과 공공 부문이 새로운 기술뿐 아니라 AI를 성공적으로 활용하는 데 필요한 조직과 인재까지 함께 발전시켜 나갈 수 있도록 지원할 것이다.

ChatGPT와 같은 대규모 언어 모델(LLM, Large Language Model)은 이미 수많은 활용 분야에서 상당한 가치를 입증해 왔다. 오늘날의 LLM은 주로 인터넷에서 얻을 수 있는 방대한 양의 텍스트, 이미지, 영상으로 학습된다. 이는 아이들이 학교에서 가장 먼저 익히는 능력이 언어를 배우고 시각 정보를 해석하는 일과 비슷하며, 이러한 능력은 지식 습득의 근간이 된다.

그러나 모든 정보가 인터넷에 공개되어 있는 것은 아니며, 아이들은 언제나 언어와 시각적 의사소통 그 이상의 것을 배운다. 아이들은 신체 능력을 기르고 자연, 기술, 사회에 대한 이해를 쌓으며, 이를 바탕으로 실질적, 기술적 문제를 해결할 수 있게 된다. 차세대 AI 시스템도 마찬가지여야 한다. 물리적 세계가 어떻게 작동하는지, 우리의 행동이 주변 환경에 어떤 영향을 미치는지, 그리고 첨단 기술 시스템이 어떻게 설계, 구축 및 운용되는지를 학습해야 한다.

이러한 유형의 AI를 개발하는 데 필요한 데이터는 단순히 인터넷에서 내려받을 수 있는 것이 아니다. 이와 같은 데이터와 모델은 센서, 물리 메커니즘에 기반한 첨단 디지털 트윈 및 수치 시뮬레이터, 그리고 산업계 내부에 축적된 기술 및 운영 전문성 등 다른 경로를 통해 확보해야 한다. 우수한 선원정신(good seamanship)의 요체를 이루는 지식과 판단력이 그 대표적인 예이다.

또한 AI 에이전트의 신뢰성, 투명성, 보안성, 책무성이 보장되도록 해야 한다. 유럽연합은 의사결정을 설명하고 정당화할 수 있는 능력을 포함하여, 안전 필수(safety-critical) 분야에 사용되는 AI 시스템에 대한 요건을 마련해 두고 있다. 이러한 요구 수준은 일상에서 사용되는 많은 AI 시스템에 적용되는 기준보다 훨씬 엄격하다.

1) ICT (Information and Communications Technology, 정보통신기술): 컴퓨팅과 통신을 기반으로 정보를 생성·처리·저장·전송하는 기술을 포괄하는 개념.

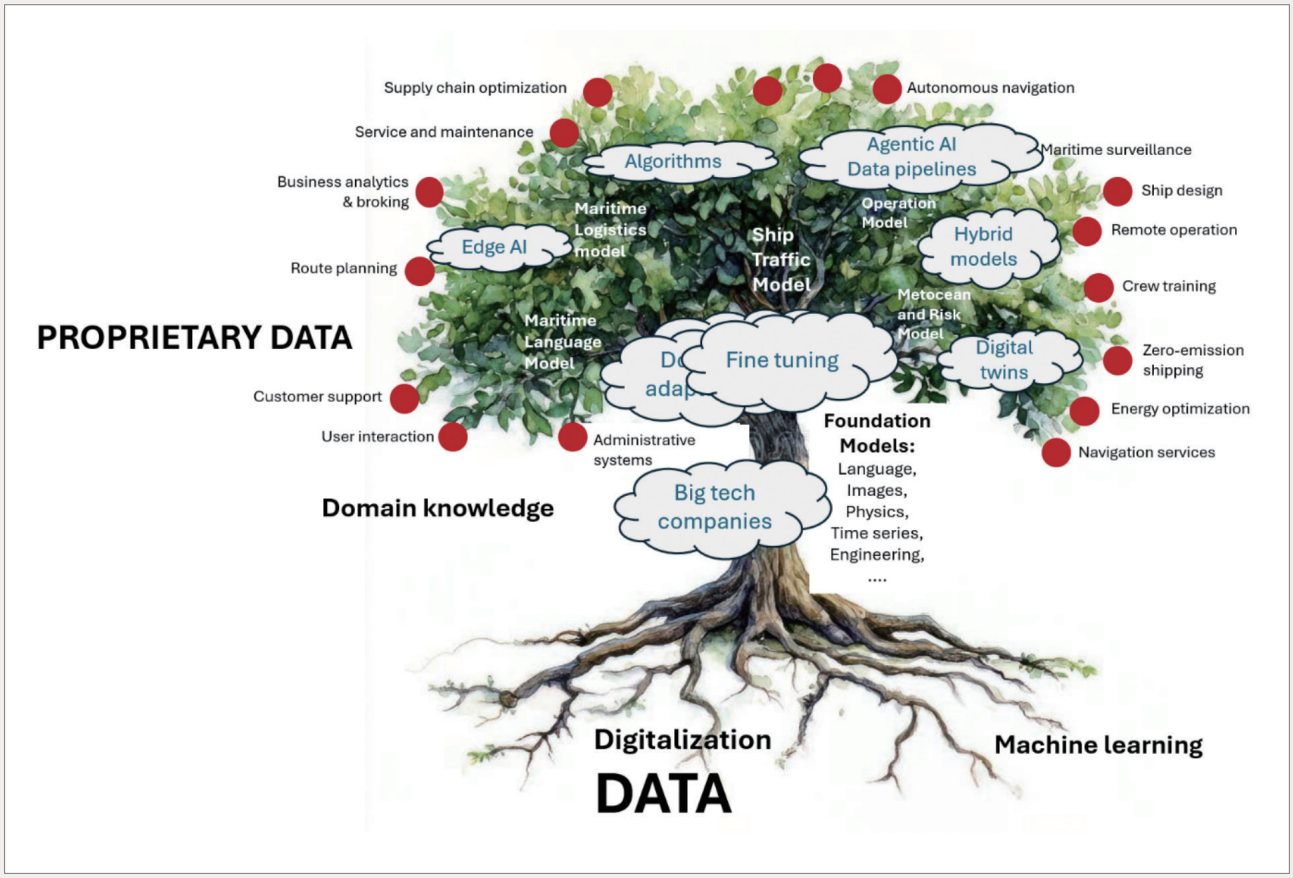

그림 1. MAI의 연구 접근 방식: 빠르게 진화하는 AI 파운데이션 모델(foundation model)과 기술을 공유된 도메인 지식과 결합해 해양 분야의 요구를 충족하는 해양 특화 모델로 발전시키고, 산업계와 공공 부문 파트너는 자체 보유 데이터로 이를 더욱 고도화하여 다양한 알고리즘, 에이전트 및 애플리케이션을 개발할 수 있음

활용되지 않는 지식과 데이터가 만들어 내는 가치는 미미한 반면, 데이터의 가치는 공유될 때 몇 배로 커진다는 데 대부분 공감할 것이다. 우리의 임무는 해양 산업이 AI를 통해 보유 데이터의 가치를 끌어낼 수 있도록 돕는 것이다. 이는 생산성을 높이고, 경쟁력을 강화하며, 안전을 향상시키고, 새로운 가치 창출의 기회를 열어 줄 수 있다. 그 과정에서 이해관계자 간의 협력과 신뢰가 결정적으로 중요하며, 데이터 소유권과 사이버 보안에 대한 우려가 장벽이 된다면 성공은 어려울 것이다.

MAI는 해양 분야가 AI를 보다 폭넓고 혁신적으로 도입할 수 있는 여건을 조성하는 데 기여할 것이다. 해양 AI의 가치를 입증하고 새로운 솔루션을 검증하기 위해, 센터는 광범위한 응용 분야에 걸쳐 활동할 예정이다.

AI는 운항 계획, 공급망, 상업 거래, 시장 예측을 최적화하여 물류와 해운 운영을 개선할 수 있다. 또한 문서 업무를 자동화하고, 규제 준수를 지원하며, 행정 절차를 간소화할 수 있다. 그 결과 비용 절감, 신속한 운영, 그리고 더욱 신뢰성 높은 운송이 가능해진다.

선박 설계 및 건조 분야에서 AI는 선형(船型, hull form)과 추진 시스템, 그리고 생산 공정, 기술 문서를 최적화할 수 있다. 작업 자동화, 규정 해석, 계획 수립 개선, 오

류 저감, 데이터 기반 의사결정 지원을 통해 AI는 성능 목표와 배출 저감 목표를 모두 보다 효과적으로 달성하도록 도울 수 있다.

항로 계획 또한 기상 조건, 파랑, 해류, 기항 일정, 선박 성능에 대한 AI 분석을 통해 크게 개선될 수 있다. AI는 최적 항로와 속도를 추천함으로써 높은 수준의 안전을 유지하면서도 연료 소비량, 배출가스, 운항 비용을 줄일 수 있다. 상태 감시 및 유지보수 측면에서 AI는 자동화 및 모니터링 시스템에서 쏟아지는 방대한 신호와 경보를 분석해 고장을 사전에 예측하고, 실시간으로 정비 조치를 추천할 수 있다. 이를 통해 가동 중단 시간을 최소화하고, 비용을 절감하며, 운항 안전성을 높일 수 있다.

AI는 첨단 시뮬레이션, 실시간 위험도 평가, 의사결정 지원 도구를 통해 선원 교육훈련의 수준도 끌어올릴 수 있다. 이를 통해 선원의 대응 역량을 높이고 사고 발생 가능성을 줄일 수 있다.

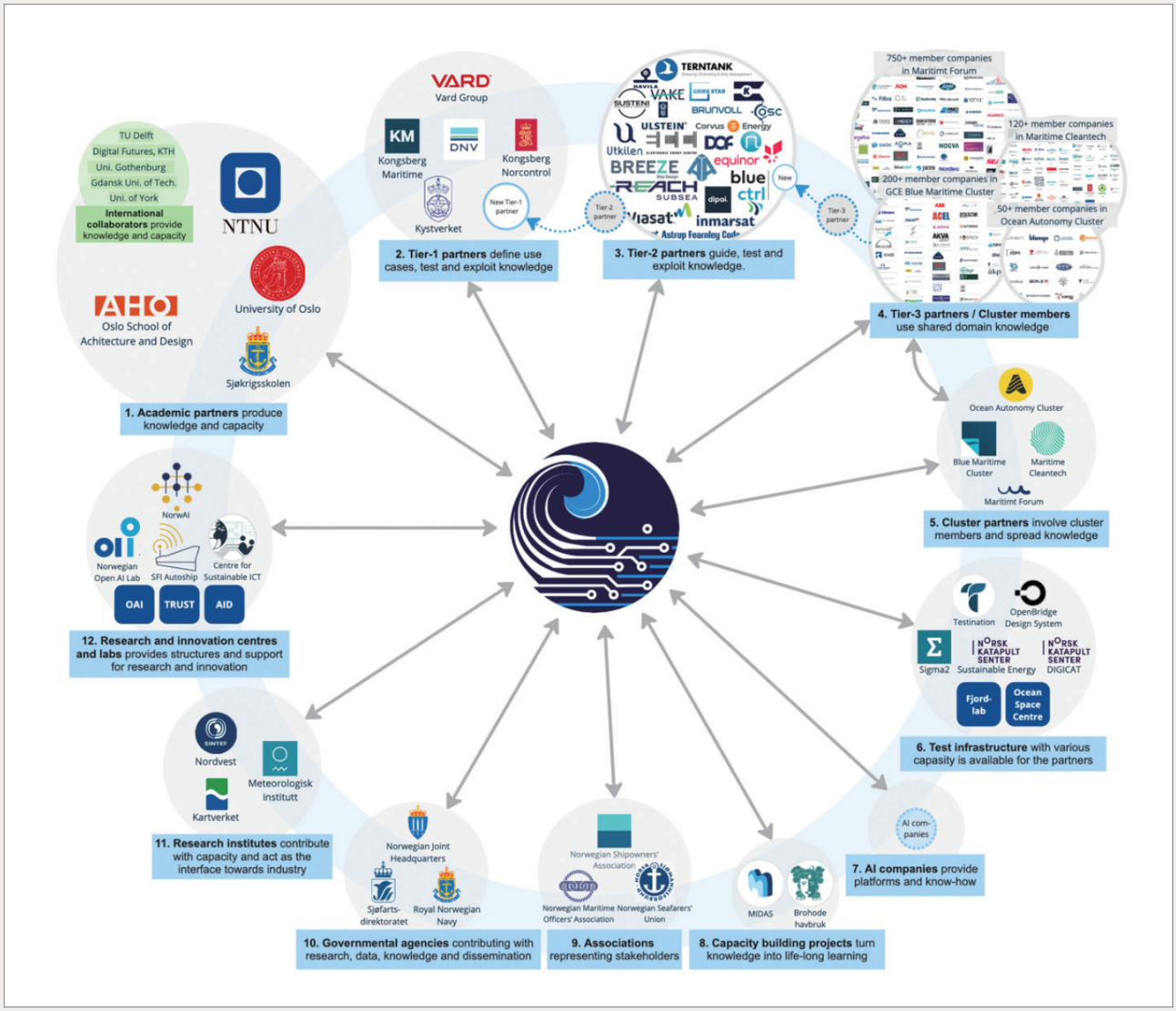

그림 2. MAI 생태계 및 파트너 현황

AI 기반 모니터링 시스템은 연안 센서와 위성 기반 센서에서 수집되는 실시간 데이터를 분석하여 이상 징후, 보안 위협, 위험 상황을 신속하게 식별할 수 있다. 더 이른 탐지는 더 빠르고 효과적인 대응을 가능하게 한다.

현대의 추진 및 전력 시스템은 풍력 추진장치(세일), 배터리, 수소 등 새로운 기술과 에너지원이 도입되면서 갈수록 복잡해지고 있다. AI는 전력 배분, 에너지 소비, 배출 제어를 실시간으로 최적화함으로써 효율을 높이고, 안전을 강화하며, 탈탄소화 노력을 뒷받침할 수 있다.

자율운항선박과 원격 운항도 점차 확대되고 있다. AI 에이전트는 선원을 대신해 일상적인 업무를 수행함으로써 업무 부하와 스트레스를 줄이고, 해양 산업 전반의 인력 부족 문제를 완화하는 데 기여할 수 있다. 이는 운항 비용을 낮추고 전반적인 효율을 높일 잠재력을 지니고 있다.

모든 해양국가에 있어 경쟁력을 유지하고 강화하는 것은 필수적인 과제이다. 많은 AI 프로젝트가 실패한다는 연구 결과가 있는 만큼, MAI의 임무는 파트너들이 더 자주 성공하고 더 나은 성과를 거두도록 돕는 것이다. 이를 위해 세계 최고 수준의 연구 환경과, 구성원들의 전문성과 직업의식을 바탕으로 세계를 선도해 온 해양산업의 역량을 적극 활용할 것이다. 우리의 목표는 파트너들이 국제 해양 AI 분야의 최전선에 서도록 하는 것이다.

Fact Box

노르웨이 해양 AI 센터(MAI)는 2026~2030년 기간 동안 노르웨이 연구위원회(Research Council of Norway)로부터 1억 노르웨이 크로네(NOK)의 연구비를 지원받으며, 참여 파트너들도 1억 5,000만 크로네(NOK) 이상의 자체 재원을 투입할 예정이다. 센터는 노르웨이 과학기술대학교(NTNU, Norwegian University of Science and Technology)가 주관하며, 오슬로 대학교(University of Oslo), 오슬로 건축디자인대학(Oslo School of Architecture and Design), 노르웨이 해군사관학교(Norwegian Naval Academy), 노르웨이 지도측량청(Norwegian Mapping Authority), SINTEF, 노르웨이 기상청(Norwegian Meteorological Institute) 등이 연구 파트너로 참여한다. 센터 활동에는 박사과정 연구자 30명과 상당수의 연구 인력, 그리고 약 200명의 학생이 참여할 예정이며, 국제 공동연구도 활동에 포함된다.

센터에는 노르웨이 해양 분야가 폭넓게 참여하고 있다. 주요 파트너로는 DNV, Kongsberg, Norcontrol, VARD, 노르웨이 연안청(Norwegian Coastal Administration)이 있으며, 이 외에도 약 30개의 기업, 기관 및 공공 부문 이해관계자가 해양 분야의 전문지식과 시험 역량을 제공하고, 검증 활동과 응용 연구에 기여한다. Maritime Forum, Blue Maritime, Ocean Autonomy, Maritime CleanTech 등 산업 클러스터를 통해 1,000개 이상의 노르웨이 기업이 센터의 연구 성과와 혁신에 접근할 수 있게 된다. 또한 노르웨이 선주협회(Norwegian Shipowners' Association), Maritime Forum, 노르웨이 선원노조(Norwegian Seafarers' Union), 노르웨이 해기사협회(Norwegian Maritime Officers' Association) 등의 단체는 산업 현장의 지식과 조직 혁신에 관한 전문성을 제공할 것이다.

LinkedIn에서 MAI 소식을 확인할 수 있음. 자세한 내용은 다음 홈페이지 참조(https://www.ntnu.edu/mai).

차세대 해양 데이터와 AI 기반 항해 지원 기술의 발전

출처: The Maritime Executive (2026. 9. 10), Marine Technology (2026. 8.)

선박 운항의 안전성과 효율성을 높이기 위해 항해 데이터의 정밀화와 인공지능(AI, Artificial Intelligence) 기술의 활용이 확대되고 있음. 기존의 전자해도와 항해 장비가 선박의 위치 및 주변 환경 정보를 제공하는 데 중점을 두었다면, 최근에는 보다 정밀한 해양 데이터를 통합하고 실제 운항 정보를 분석해 항해사의 의사결정을 지원하는 방향으로 기술이 발전하고 있음. 이러한 가운데 영국 수로국(UKHO, UK Hydrographic Office)은 차세대 해양 데이터 표준을 활용한 항해 안전성 개선 가능성을 검증하고 있으며, Orca AI는 실제 선박 운항 데이터를 분석해 항해사의 상황인식과 운항 판단을 지원하는 기술을 적용하고 있음.

UKHO는 국제수로기구(IHO, International Hydrographic Organization)가 개발한 차세대 해양 데이터 표준 S-100을 기반으로 항해 안전성과 효율성을 개선하기 위한 기술 검증을 진행하고 있음. S-100은 기존 전자해도 중심의 항해 정보에서 나아가 수심, 조위, 해류 등 다양한 해양 데이터를 통합적으로 활용할 수 있도록 설계된 체계임. 이 중 S-102는 해저지형을 고해상도 격자 형태로 제공하는 수심 데이터 표준으로, 차세대 전자해도표시정보시스템(ECDIS, Electronic Chart Display and Information System)에서 보다 정밀한 해저지형 정보를 확인할 수 있도록 지원함.

기존 S-57 기반 전자해도에서는 선박의 흘수에 따라 안전한 항해 구역을 구분하는 안전등심선을 설정할 때, 전자해도에 미리 정의된 등심선 간격의 제약을 받음. 반면 S-102는 보다 촘촘한 수심 정보를 제공하므로 선박의 실제 흘수와 주변 수심 조건에 맞는 정밀한 안전등심선을 설정하는 데 활용될 수 있음. 특히 S-104 조위 데이터와 결합하면 조석 변화에 따라 선저여유수심(UKC, Under Keel Clearance)을 동적으로 계산하고 안전등심선을 조정할 수 있으며, S-111 해류 데이터는 항만 입출항과 협수로 운항 시 조류의 방향과 변화를 파악하는 데 도움을 줄 수 있음.

표준	주요정보	항해에서의 역할
S-57	기존 전자해도 데이터	기존 ECDIS의 기본 항해 정보
S-101	차세대 전자해도	S-100 체계의 기본 해도
S-102	**고해상도 해저지형 · 수심**	**정밀한 안전등심선과 항로 계획 지원**
S-104	조위 · 수위	조석 변화를 반영한 여유수심 계산
S-111	표층 해류	조류 영향을 고려한 운항 판단

UKHO는 이러한 기술의 실제 항해 활용 가능성을 평가하기 위해 유조선, LNG 운반선 및 벌크선 분야의 항해사와 도선사들이 참여한 선교 시뮬레이터 시험을 진행함. 시험에서는 기존 S-57 전자해도를 활용했을 때 계획된 20개 항로 경유점 중 5개만 안전한 것으로 검증됐으나, S-100 기반 데이터 계층을 도입한 이후에는 20개의 경유점 모두 안전한 것으로 확인됨. 이를 통해 기존 해도에서 확인하기 어려웠던 실제 항행 가능 수역을 정밀한 수심 데이터를 통해 파악할 수 있음을 보여줌. 또한 참가자들은 S-102 수심 데이터와 S-111 해류 정보를 함께 활용할 경우 도선 및 접안 과정에서 조류의 영향을 보다 정확하게 파악할 수 있다고 평가함. 다만 이러한 결과는 실제 선박 운항이 아닌 시뮬레이터 환경에서 확인된 것으로, 향후 ECDIS의 사용자 인터페이스 개선과 항해사 대상 실무 교육도 필요한 것으로 나타남.

나아가 S-100 체계는 항해사가 정보를 확인하는 용도뿐 아니라 자율운항 시스템이 해양 데이터를 자동으로 처리할 수 있도록 기계 판독이 가능한 형태로 설계됨. 실제로 2022년 대서양을 횡단한 Mayflower Autonomous Ship은 S-102를 포함한 UKHO의 S-100 데이터 세트를 항해 시스템에서 활용한 바 있음. UKHO는 이러한 기술이 향후 원격운항 및 자율운항선박의 의사결정에도 활용될 수 있을 것으로 보고 있으며, S-100과 기존 S-57 데이터를 모두 지원하는 차세대 ECDIS가 2028년경 상용화될 것으로 예상하고 있음. 다만 구체적인 도입 시기는 관련 표준 개발과 시험 및 인증 절차에 따라 달라질 수 있음.

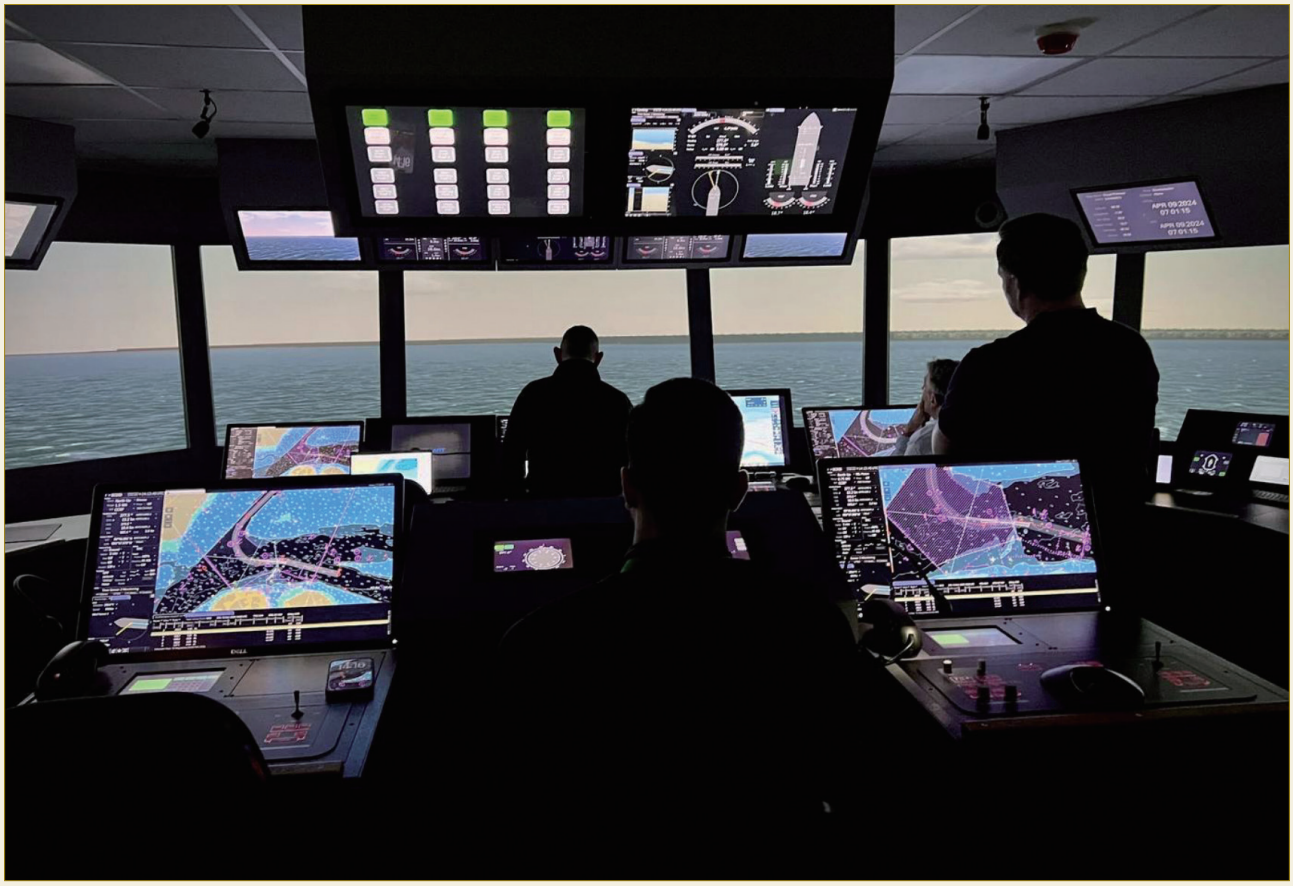

그림 1. S-100 시험 테스트 현장 (출처: UKHO)

그림 2. AI 당직 보조 시스템의 적용 예시 (출처: The Maritime Executive)

한편 정밀한 해양 데이터를 활용한 항로 계획 기술과 함께, 실제 선박 운항 과정에서 축적되는 데이터를 AI로 분석해 항해사의 의사결정을 지원하는 기술도 발전하고 있음. Orca AI는 선박 주변 환경과 운항 상황을 분석하는 AI 기반 항해 지원 기술을 개발하고 있으며, 글로벌 선박 운영기업인 Seaspan과 협력해 약 100척의 선박에서 수집된 운항 데이터를 활용하고 있음. 특히 항만 입출항과 같이 선박의 움직임이 복잡하고 운항 판단이 중요한 상황을 분석해, 선장과 도선사의 운항 의사결정을 객관적으로 검토하고 개선할 수 있도록 지원함.

이러한 기술은 AI가 항해사를 대신해 선박을 조종하는 방식이 아니라, 실제 운항 기록을 바탕으로 선박이 특정 상황에서 어떻게 움직였고 주변 위험 요소에 어떻게 대응했는지를 분석하는 데 중점을 두고 있음. 기존에는 항해사의 경험과 사후 보고에 의존해 운항 상황을 평가하는 경우가 많았으나, AI 기반 분석을 활용하면 실제 운항 과정에서 나타난 선박의 움직임과 판단을 보다 체계적으로 검토할 수 있음. 이를 통해 운항 중 발생한 상황을 객관적인 데이터로 재구성하고, 선장과 도선사에게 피드백을 제공함으로써 향후 유사한 상황에서의 판단과 교육을 지원할 수 있음.

이와 관련해 Seaspan에서 근무했던 CMA CGM의 자사 보유 선대 선박관리 부문 총괄 Torsten Pedersen은 선박 운항에서 숙련된 항해사의 경험과 전문적인 판단이 여전히 중요하다는 점을 강조함. Orca AI의 최고경영자 Yarden Gross 역시 AI 기술이 선원을 대체하기보다는 항해사의 상황인식과 의사결정을 보완하고 운항 안전성을 높이는 데 활용되어야 한다고 설명함. 이는 AI 기반 항해 기술의 발전이 완전한 자율운항뿐 아니라 기존 선박의 운항 경험을 데이터로 축적하고 분석해 선원 역량을 강화하는 방향으로도 이루어지고 있음을 보여줌.

UKHO와 Orca AI의 사례는 선박 운항의 디지털화가 항해 정보의 정밀화와 실제 운항 데이터의 분석이라는 두 방향으로 발전하고 있음을 보여줌. S-100 기반 해양 데이터는 항로 계획 단계에서 주변 환경과 수심 조건을 보다 정확하게 파악하도록 지원하며, AI 기반 운항 분석은 실제 항해 과정에서 축적된 정보를 활용해 운항 판단과 안전관리의 개선을 도모하고 있음. 향후 이러한 기술의 활용이 확대되기 위해서는 데이터의 신뢰성과 시스템 간 호환성을 확보하는 동시에, 항해사의 전문적인 판단과 디지털 기술을 효과적으로 결합하는 것이 중요할 것으로 전망됨.

기사링크	https://maritime-executive.com/article/ai-navigation-s-advocates-put-a-high-premium-on-human-skill?utm_source https://www.maritimemagazines.com/marine-technology/202608/exploring-s-102-and-the-future-of-maritime-navigation/?utm_source

해양 무인 시스템의 상용화와 자율운용 기술 발전

출처: DronePort Rotterdam (2026. 8. 24), MarineLink (2026. 8. 10.)

그림 1. DronePort Rotterdam의 자율 및 무인 시스템 소개 (출처: DronePort Rotterdam)

상단 이미지 클릭시 동영상 재생이 안될 경우 오른쪽의 재생 버튼을 눌러주세요.

최근 해양 산업에서는 자율 및 무인 시스템의 활용이 확대되면서 기술 개발과 실증을 넘어 실제 산업 현장에서의 운영과 상용화가 중요한 과제로 부상하고 있음. 특히 항만 물류와 해양 조사 및 해상 에너지 분야에서는 무인 시스템을 활용해 작업 효율성을 높이고 인력과 비용 부담을 줄이려는 움직임이 나타나고 있음. 이러한 가운데 네덜란드 로테르담항에서는 무인 시스템의 실제 운영을 위한 협력체계와 규제 대응이 추진되고 있으며, 해양 조사 및 해상 에너지 분야에서는 자율운용 기술을 활용한 조사 및 검사 방식의 변화가 진행되고 있음.

DronePort Rotterdam은 유럽 최대 항만인 로테르담항에서 자율 및 무인 시스템(AUS, Autonomous and Uncrewed Systems)을 실제 항만 운영으로 확대하기 위한 협력체계를 구축하고 있음. 해당 기관은 드론을 직접 운용하기보다 기술 공급기업과 항만 운영자, 규제기관을 연결하고 조정하는 역할을 수행하며, 개별 기술 실증을 지속적인 항만 서비스로 전환

하는 데 중점을 두고 있음. 로테르담항 내 드론 운용기업은 약 2년 반 전 15개사에서 80개사로 증가했으며, 적용 분야도 공중 드론에서 자율운항선박과 지상 및 수중 무인 시스템으로 확대되고 있음.

실제로 네덜란드 Shipping Technology는 내륙수운 분야의 인력 부족에 대응하기 위해 반자율운항 바지선을 개발하고 있으며, Royal Boatmen's Association Eendracht는 로테르담항 및 DronePort Rotterdam과 협력해 드론을 활용한 소포 배송과 항만 기반시설 검사 가능성을 검토하고 있음. 그러나 이러한 기술을 지속적인 항만 서비스로 확대하기 위해서는 장비 성능뿐 아니라 운영 승인과 규제 대응이 필요함. 특히 비가시권(BVLOS, Beyond Visual Line of Sight) 비행은 반복적이고 대규모로 운영하기 위한 관련 승인이 요구되기 때문에, DronePort Rotterdam은 항만 당국 및 규제기관과 협력해 실제 운영에 필요한 조건을 검토하고 있음. 또한 안트베르펜항과 함부르크항과의 협력을 통해 DroneHorizon을 출범시켜 유럽 항만 간 무인 시스템의 운영 확대와 상호운용성 확보를 추진하고 있음. 이러한 흐름에 대해 DronePort Rotterdam의 설립자 겸 최고경영자인 Arthur Dallau는 자율 및 무인 시스템이 물류 처리 속도와 실시간 상황인식을 개선하는 동시에 물리적, 사이버 위협에 대한 항만의 회복탄력성을 강화하는 데 기여할 수 있다고 설명함.

한편 해양 조사 및 해상 에너지 분야에서는 무인수상정(USV, Unmanned Surface Vessel)과 자율무인잠수정(AUV,

그림 2. Saipem의 Flatfish AUV 사진 (출처: Saipem, https://www.saipem.com/en/solutions-energy-transition/robotic-solution)

Autonomous Underwater Vehicle)을 활용해 기존 유인선박 중심의 조사 및 검사 업무를 자동화하려는 움직임이 확대되고 있음. 산업분석기관 Intelatus의 Philip Lewis는 최근 무인 시스템이 여러 조사 기능을 하나의 플랫폼에 통합하면서 기존에 여러 장비와 운항이 필요했던 작업을 보다 적은 수의 플랫폼으로 수행할 수 있게 됐다고 설명함. 이러한 기술은 선박과 승무원에 대한 의존도를 줄이고 조사 비용과 배출량을 낮출 수 있다는 점에서 주목받고 있음.

대표적으로 OceanAlpha의 V180은 길이 24m의 무인 수상정에 원격무인잠수정(ROV, Remotely Operated Vehicle)을 결합한 시스템으로, DP2급 동적위치제어 기능을 갖추고 최대 수심 3,000m의 해저 작업과 최대 30일간의 운용을 지원함. 또한 Saipem의 FlatFish AUV는 브라질 Petrobras와 진행한 기능 인수시험에서 해저 배관과 구조물 검사, 음극방식 상태 측정 및 벽 두께 평가 등의 자율 검사 임무를 수행했으며, 이후 프로젝트의 최종 단계 진행이 승인됨. 이 두 사례는 무인 시스템이 단순한 해양 데이터 수집을 넘어 복잡한 해저 검사 업무까지 수행할 수 있도록 발전하고 있음을 보여줌.

이와 함께 장기간 자율운용을 통해 해상 검사 방식 자체를 변화시키려는 기술 개발도 추진되고 있음. Bubble Robotics의 최고경영자 Jean Crosetti는 해상 검사 비용의 약 80~90%가 선박과 선원에서 발생한다고 설명하며, 이러한 비용 구조를 개선하기 위해 수개월 동안 해상에 머물며 지속적으로 검사와 감시를 수행할 수 있는 자율 시스템을 개발하고 있다고 밝힘. 특히 로봇 기술과 엣지 AI, 위성통신의 발전이 장기 자율운용을 가능하게 하고 있으며, 기존의 주기적인 선박 기반 검사를 지속적인 무인 검사 방식으로 전환해 비용을 줄이고 검사 빈도를 높이는 것을 목표로 하고 있음.

로테르담항과 해양 조사 및 해상 에너지 분야의 사례는 자율 및 무인 시스템이 개별 기술의 실증을 넘어 실제 운영과 상용화를 위한 단계로 발전하고 있음을 보여줌. 로테르담항에서는 규제 승인과 운영체계 구축을 통해 기술 적용 기반을 마련하고 있으며, 해양 조사 및 검사 분야에서는 다기능 무인 플랫폼과 장기 자율운용 기술을 통해 기존 작업 방식의 효율성을 개선하려는 시도가 이루어지고 있음. 이는 향후 무인 시스템의 적용을 확대하기 위해 기술적 성능뿐 아니라 운영 안정성, 비용 효율성 및 관련 제도와의 연계가 함께 고려되어야 할 것을 보여줌.

기사링크

https://www.droneportrotterdam.com/news/from-innovation-to-operations-how-droneport-rotterdam-is-accelerating-autonomous-and-uncrewed-systems-in-europe-s-largest-port/?utm_source

https://www.marinelink.com/news/surveys-offshore-energy-inspections-541934?utm_source

선박 디지털 전환의 핵심 과제, 데이터 통합과 사이버 보안

출처: SAFETY4SEA (2026. 9. 17.)

해운업에서는 사물인터넷(IoT, Internet of Things), 인공지능(AI, Artificial Intelligence), 클라우드 및 위성통신 기술의 도입이 확대되면서 선박 운항과 관리 방식의 디지털 전환이 가속화되고 있음. 시장조사기관 Allied Market Research에 따르면, 글로벌 해사 디지털화 시장은 2022년부터 2031년까지 연평균 10.7% 성장하여 2031년 약 4,234억 달러에 이를 것으로 예상됨. 또한 자율운항선박 시장은 2024년부터 2033년까지 연평균 9.5% 성장하여 2033년 약 2,176억 달러 규모에 이를 것으로 전망됨. 그러나 다양한 디지털 솔루션이 개별적으로 도입되면서 시스템 간 데이터 연결이 원활하지 않고, 외부 네트워크와의 접속 증가에 따른 사이버 보안 문제도 새로운 과제로 부상하고 있음. 이러한 가운데 Rakuten Maritime과 일본선급인 ClassNK는 공동 백서 'Innovation in the Digital Ship Market'을 통해 선박 디지털 기술의 분산 문제를 지적하고, 데이터 통합과 사이버 보안을 함께 고려하는 접근 방식의 필요성을 제시함.

Rakuten Maritime과 ClassNK가 발표한 공동 연구에 따르면, 선박에는 운항 관리, 기관 상태 감시, 정비 및 물류 등 다양한 업무를 지원하는 디지털 솔루션이 도입되고 있으나, 상당수 시스템이 서로 독립적으로 운영되고 있음. 특히 클라우드, 위성통신, IoT 센서 및 AI 기반 분석 솔루션이 각각 다른 데이터 처리 체계와 플랫폼을 사용하면서 시스템 간 정보 공유가 제한되는 문제가 발생하고 있음. 이러한 데이터 사일로(Data Silo) 현상은 동일한 정보를 여러 시스템에 반복 입력하거나 개별적으로 분석해야 하는 비효율을 초래하며, 선박 운영 전반의 데이터를 종합적으로 활용하는 데 장애가 될 수 있음.

이를 해결하기 위해서는 선박 운항과 정비, 물류 데이터를 통합적으로 연계하는 시스템 구축이 중요함. 예를 들어 기관 및 설비의 운전 상태와 정비 이력을 함께 분석하면 장비 이상 징후를 조기에 파악하는 예지정비를 지원할 수 있으며, 운항 데이터와 연료 소비 정보를 통합하면 선박의 에너지 효율과 운항 성능을 보다 종합적으로 평가할 수 있음. 또한 서로 다른 업무 시스템에서 생성되는 정보를 실시간으로 연계하면 선박과 육상 운영자가 동일한 데이터를 바탕으로 의사결정을 수행하는 데 도움이 될 수 있음.

이러한 통합의 핵심은 새로운 디지털 장비를 추가하는 것뿐 아니라 이미 선박에 설치된 시스템과 축적된 데이터를 효과적으로 연결하는 데 있음. 개별 솔루션의 성능이 우수하더라도 서로 정보를 교환하지 못하면 데이터 활용 범위가 제한되므로, 시스템 간 호환성과 데이터 공유 체계를 확보하는 것이 중요함. 이를 통해 중복 업무를 줄이고 운항 효율성과 장비 관리 수준을 개선하는 동시에, 향후 스마트선박과 자율운항 기술의 확대에 필요한 데이터 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대됨.

한편 선박 내 디지털 시스템의 연결이 확대되면서 사이버 보안의 중요성도 높아지고 있음. 클라우드와 위성통신을 통한 선박과 육상 간 정보 공유가 활발해지는 동시에, 외부 네트워크와의 연결 증가로 사이버 공격에 노출될 위험도 커지고 있음. 또한 서로 다른 장비와 소프트웨어가 연결되면서 개별 시

그림 1. 선박 사이버 보안 개념 이미지 (출처: SAFETY4SEA)

스템의 보안 취약점이 확산될 가능성이 있어, 접근 권한과 통신 경로에 대한 체계적인 관리가 요구됨.

특히 선박의 추진기관과 주요 설비를 감시 및 제어하는 운영기술은 사이버 공격이 실제 운항 안전에 영향을 미칠 수 있다는 점에서 중요함. 일반적인 정보시스템의 침해가 데이터 유출이나 업무 중단을 초래하는 것과 달리, 운영기술 시스템에서 데이터가 조작되거나 통신이 중단되면 장비 상태를 정확하게 파악하거나 정상적으로 제어하는 데 문제가 발생할 수 있음. 예를 들어 기관 상태 감시 시스템과 육상 정비 플랫폼을 연결하는 과정에서 외부 접근 경로가 적절하게 보호되지 않으면, 해당 연결이 선내 운영 시스템의 보안 위험으로 이어질 수 있음. 이에 따라 업무용 정보시스템과 주요 제어 시스템 사이의 네트워크를 구분하고, 필요한 데이터만 안전하게 교환하도록 설계하는 접근이 요구됨.

또한 원격운항센터를 통한 선박 감시와 제어가 확대되면서 선박과 육상 간 통신의 안정성과 보안 관리도 중요해지고 있음. 원격운항 기술은 육상에서 선박의 운항 상태를 파악하고 운영을 지원할 수 있다는 장점이 있지만, 통신 장애나 외부 침입이 발생할 경우 선박 운영에 영향을 미칠 수 있음. 이러한 위험에 대응하기 위해 국제선급협회(IACS, International Association of Classification Societies)는 선박 전체의 사이버 복원력을 다루는 UR E26과 선내 시스템 및 장비의 사이버 복원력을 다루는 UR E27을 마련하였음. 이를 통해 선박의 설계와 건조 단계부터 네트워크 구성, 시스템 접근 및 보안 위험을 고려하는 체계가 중요해지고 있으며, 디지털 기술의 확대와 함께 안정적인 운영을 위한 사이버 보안 역량도 요구되고 있음.

Rakuten Maritime과 ClassNK의 사례는 선박 디지털 전환이 개별 기술의 도입을 넘어 데이터 통합과 사이버 보안의 확보로 확대되고 있음을 보여줌. 선박 운영 데이터의 연계는 예지보전과 운항 효율 개선에 기여할 수 있지만, 시스템 간 연결이 증가할수록 보안 취약점과 운영 위험에 대한 관리도 중요해지고 있음. 향후 스마트선박과 자율운항 기술의 안정적인 확대를 위해서는 데이터의 상호운용성을 확보하는 동시에, 선박의 설계부터 운영까지 사이버 보안을 통합적으로 고려하는 접근이 필요할 것으로 전망됨.

기사링크 | https://safety4sea.com/fragmented-ship-technology-raises-cybersecurity-and-data-integration-concerns/?utm_source

유럽, 디지털 기술 기반 선박 오염 감시·단속체계 고도화

출처: EMSA(2026), ECA(2025), EMSA(2026. 6. 16.)

유럽연합(EU, European Union)이 위성영상과 드론, 선박위치정보를 연계하여 선박에서 발생하는 해양오염을 탐지하고 오염의심 선박을 식별하는 디지털 감시체계를 강화하고 있음. 기존에는 위성을 활용한 해상 유류오염 탐지에 중점을 두었다면, 최근에는 다양한 오염물질의 식별과 현장검증, 회원국 간 감시정보 공유까지 연계하는 방향으로 감시서비스를 확대하고 있음.

유럽해사안전청(EMSA, European Maritime Safety Agency)은 위성 기반 해양오염 감시서비스인 클린시넷(CleanSeaNet)[1]을 운영하여 해상 오염 의심지역을 탐지하고 회원국의 감시·단속활동을 지원하고 있음. CleanSeaNet은 합성개구레이더(SAR, Synthetic Aperture Radar)[2] 위성영상을 활용하여 야간이나 구름이 많은 상황에서도 넓은 해역을 관측하고, 오염 의심지역의 위치와 특성 등을 분석하여 관계기관에 제공함.

특히 CleanSeaNet은 위성 탐지정보에 자동선박식별장치(AIS, Automatic Identification System) 정보와 기상·해양자료를 연계하여 오염 의심지역과 인근 선박의 이동경로를 비교함. 이를 통해 잠재적 오염원 선박을 식별하고, 회원국이 현장조사와 후속조치에 필요한 정보를 신속하게 확보할 수 있도록 지원하고 있음.

EMSA의 2026년 사업계획에 따르면 CleanSeaNet의 감시대상을 기존 광물성 유류 중심에서 하수와 쓰레기, 포장된 형태의 오염물질 등으로 점진적으로 확대할 계획임. 또한 센티넬-2(Sentinel-2) 광학위성 영상의 체계적인 분석을 추진하여 해양오염 감시와 잠재적 오염원 식별을 지원하고, 기존 유류·화학물질 감시기능도 개선할 예정임.

이와 함께 위성영상의 활용범위도 확대되고 있음. SAR 영상은 넓은 해역에서 오염 의심지역을 탐지하는 데 활용되는 반면, Sentinel-2 광학영상은 대규모 유류오염 사고 발생 시 오염 특성과 확산 범위를 분석하는 데 활용될 수 있음. EMSA는 이러한 영상정보를 결합하여 해양오염 감시와 사고 대응에 필요한 분석정보를 제공하고 있음.

한편 위성 감시정보가 실제 오염행위의 확인으로 이어지는 데에는 여전히 한계가 있는 것으로 나타남. 유럽회계감사원(ECA, European Court of Auditors)의 2025년 특별보고서에 따르면 2022~2023년 EU 연안국에서 CleanSeaNet을 통해 탐지한 오염 의심 경보는 총 7,731건으로, 회원국의 후속 확인 비율은 약 44%, 전체 경보 중 오염이 확인된 비율은 7%에 그쳤음.

1) EMSA가 운영하는 위성 기반 해양오염 감시서비스로, 해상 오염 의심지역과 잠재적 오염원 선박을 탐지하여 회원국의 감시활동을 지원하는 체계
2) 전파를 송신하고 반사신호를 분석하여 해수면과 선박 등을 관측하는 레이더 기술로, 야간이나 구름이 많은 상황에서도 관측 가능

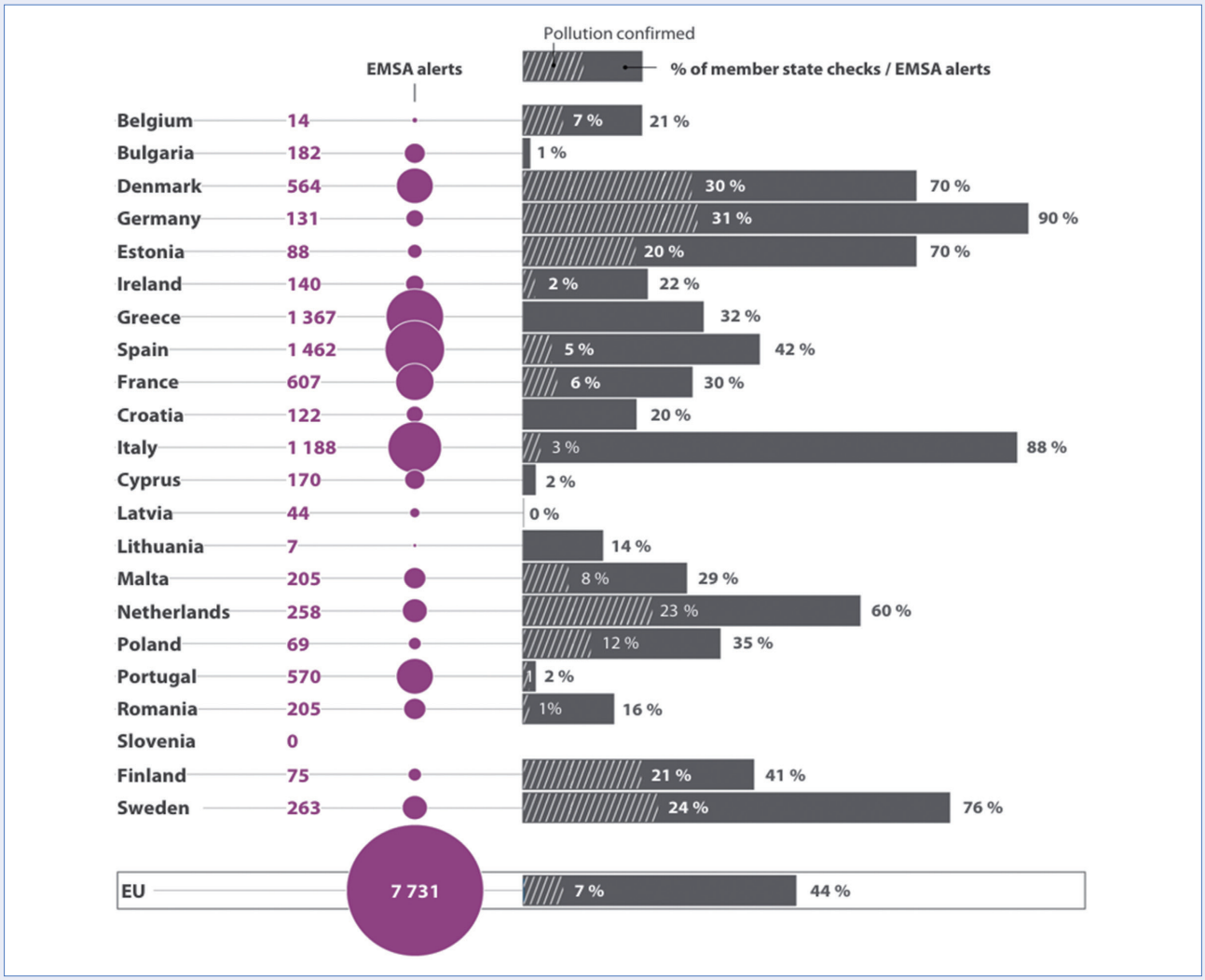

그림 1. EU 연안국의 CleanSeaNet 오염 의심 탐지 및 후속조치 현황(2022~2023년), (출처: ECA(2025))

특히 ECA는 위성영상 촬영부터 회원국의 현장 확인까지 소요되는 시간이 오염 확인 가능성에 영향을 미치는 요인이라고 지적함. 해상 오염물질은 해류와 바람에 따라 이동하거나 확산될 수 있어, 위성에서 탐지한 정보를 현장검증과 신속하게 연계하는 것이 중요함. 이에 따라 감시정보의 정확도뿐 아니라 탐지정보의 전달속도와 후속 확인절차를 함께 개선할 필요성이 제기되고 있음.

EU는 이러한 위성 감시의 한계를 보완하기 위해 원격조종항공기시스템(RPAS, Remotely Piloted Aircraft Systems)[3]을 활용한 현장검증도 강화하고 있음. RPAS는 광학·적외선 카메라와 가스센서 등을 탑재하여 선박과 주변 해역을 관측하고, 위성에서 탐지한 오염 의심지역을 보다 가까운 거리에서 확인할 수 있도록 지원함.

3) 조종사가 항공기에 탑승하지 않고 원격으로 운용하는 항공기와 관련 장비·통제시스템을 포함하는 체계. 국내 기관과 산업계에서는 '무인항공기시스템(UAS, Unmanned Aircraft Systems)' 또는 '드론(Drone)'이라는 용어를 사용하기도 함

특히 RPAS는 선박 배기가스에 포함된 황산화물(SOx)과 이산화탄소(CO)의 농도를 측정하여 사용 연료의 황 함유량을 추정하는 데 활용되고 있음. 측정결과에서 규제 위반 가능성이 확인되면 해당 정보가 관계기관에 전달되며, THETIS-EU[4] 시스템을 통해 선박의 다음 기항지에서 추가 검사를 실시할 수 있도록 지원함.

EMSA는 2026년 회원국 요청에 따른 RPAS 기반 SOx 감시를 지원하는 한편, 항만 내 배출가스 감시를 위한 경량 RPAS 역량 확보를 추진하고 있음. 해당 항만 감시역량은 2027년 운영을 목표로 확보를 추진하는 사항으로, 디지털 감시기술을 선박의 실제 검사와 규제 이행에 연계하려는 조치임.

ECA는 2025년 특별보고서에서 드론을 활용한 선박 배출가스 감시의 실효성을 분석함. 프랑스와 독일의 감시사례에서는 드론 측정결과를 별도의 검사로 확인해야 했으며, 실제 위반이 확인된 사례도 제한적이었음. 이는 디지털 감시장비의 도입뿐 아니라 측정결과의 신뢰성과 후속 검사절차를 함께 확보해야 함을 보여줌.

EU는 이러한 한계를 개선하기 위해 위성 탐지정보와 RPAS 현장검증, 회원국의 조사결과를 연계하는 디지털 정보관리체계도 강화하고 있음. EMSA의 2026년 사업계획에는 CleanSeaNet에서 탐지한 오염 의심정보에 대한 회원국의 검증활동을 개선하고, RPAS를 활용한 현장확인을 지원하는 내용이 포함되어 있음.

특히 회원국의 현장검증 결과를 CleanSeaNet에 반영하는 체계는 디지털 감시서비스의 실효성을 높이는 중요한 요소임. 위성에서 탐지한 오염 의심정보와 실제 현장확인 결과를 비교

그림 2. 드론을 활용한 선박 배출가스 원격 측정 사례, 출처: ECA(2025)

4) EU의 선박 환경규제 이행을 지원하는 정보시스템으로, 선박 배출가스 원격 측정결과 등을 관계기관에 제공하여 후속 검사를 지원하는 데 활용

하면 탐지 정확도와 오경보 가능성을 평가할 수 있으며, 이를 바탕으로 감시기술과 분석절차를 개선할 수 있음.

EMSA가 2026년 6월 갱신한 CleanSeaNet 탐지·검증자료에서도 위성으로 탐지한 오염 흔적이 모두 불법배출에 해당하는 것은 아니며, 자연현상이나 허용된 배출에 따른 흔적일 가능성도 있다고 설명함. 따라서 회원국의 추가 검증이 필요하며, 디지털 감시체계의 성과도 단순한 탐지 건수보다 현장 확인과 후속조치까지 고려하여 평가할 필요가 있음.

또한 위성영상과 선박위치정보, 기상·해양자료 등 다양한 정보를 결합하는 과정에서 인공지능(AI, Artificial Intelligence)을 활용한 영상분석의 가능성도 높아지고 있음. 다만 AI 기반 오염영상 분석은 탐지정보의 분류와 분석을 지원할 수 있는 기술적 방향으로, 실제 위반 여부를 자동으로 판정하는 체계와는 구분할 필요가 있음.

유럽의 디지털 선박 오염감시 정책은 개별 감시장비의 성능 향상에서 벗어나 위성 탐지, 선박 식별, RPAS 검증 및 회원국의 후속조치를 하나의 정보 흐름으로 연결하는 방향으로 발전하고 있음. 특히 CleanSeaNet의 감시대상 확대와 검증정보 관리체계 개선은 디지털 기술을 실제 해양오염 감시·단속 업무에 활용하기 위한 운영체계의 중요성을 보여줌.

정책 방향

디지털 감시정보 통합
위성영상과 RPAS, AIS 및 기상·해양자료를 연계하여 오염 의심지역과 잠재적 오염원 선박을 효율적으로 식별할 필요

탐지·검증체계 고도화
위성·드론 탐지결과와 현장검증 정보를 통합 관리하고, 탐지 정확도와 오경보 가능성을 지속적으로 평가할 필요

기관 간 정보공유 강화
감시기관과 항만당국, 검사기관 간 디지털 정보연계를 통해 오염 의심정보의 신속한 전달과 후속조치를 지원할 필요

유럽의 선박 오염감시 정책은 위성영상과 RPAS, 선박위치정보를 활용한 오염 탐지에서 현장검증 및 후속조치까지 디지털 기반으로 연계하는 방향으로 발전하고 있음. 특히 EMSA의 2026년 감시서비스 고도화 계획은 감시대상 확대뿐 아니라 탐지정보의 검증과 활용체계 강화를 중시하고 있음. 향후 디지털 감시체계의 실효성을 높이기 위해서는 감시정보의 통합분석과 정확도 확보, 관계기관 간 정보공유 및 신속한 현장검증체계 마련이 중요할 것으로 전망됨.

기사링크

https://www.emsa.europa.eu/publications/download/8431/5613/23.html

https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2025-06/SR-2025-06_EN.pdf

https://emsa.europa.eu/newsroom/latest-news/item/4645-cleanseanet-detections-and-feedback-data.html

유럽, 선박 온실가스 배출정보의 디지털 검증·관리체계 강화

출처: EMSA(2026), EMSA(2024. 6. 4.), European Commission(2026)

유럽연합(EU, European Union)이 선박 온실가스 배출정보의 수집·보고·검증부터 환경규제 이행 여부의 확인까지 디지털 기반으로 관리하는 체계를 강화하고 있음. 기존에는 선박별 이산화탄소 배출량의 모니터링과 보고에 중점을 두었다면, 최근에는 배출권거래제와 선박연료의 온실가스 집약도 규제에 따른 이행정보까지 연계하여 관리하는 방향으로 디지털 정보시스템의 기능을 확대하고 있음.

유럽해사안전청(EMSA, European Maritime Safety Agency)은 선박 온실가스 배출정보의 디지털 보고·검증을 지원하기 위해 선박 온실가스 배출정보 관리시스템(THETIS-MRV)[1]을 운영하고 있음. THETIS-MRV는 선박회사가 배출량 모니터링계획과 배출보고서를 제출하고, 공인 검증기관이 관련 자료를 검토하며, 관계당국이 규제 이행정보를 확인할 수 있도록 지원하는 통합 정보시스템임.

EU의 선박 온실가스 모니터링·보고·검증제도(MRV, Monitoring, Reporting and Verification)는 선박의 연료소비량과 온실가스 배출량 등을 정기적으로 수집·검증하는 제도임. 선박회사는 선박별 모니터링계획에 따라 운항 및 연료소비 정보를 관리하고, 이를 바탕으로 작성한 연간 배출보고서를 검증기관의 확인을 거쳐 제출해야 함. THETIS-MRV는 이러한 보고·검증 절차를 디지털 환경에서 처리할 수 있도록 지원하고 있음.

특히 THETIS-MRV는 선박별 배출정보뿐 아니라 선박회사와 검증기관, 관계당국의 업무를 연계하는 기능을 제공함. 선박회사는 시스템에서 모니터링계획을 작성하고 검증기관을 지정할 수 있으며, 검증기관은 제출된 자료를 평가하고 검증보고서 및 적합성 증서(DoC, Document of Compliance)의 발급 절차를 진행할 수 있음. 이를 통해 배출정보의 제출부터 검증결과 확인까지 관련 업무를 일관된 방식으로 관리할 수 있음.

EU는 이러한 디지털 보고체계를 유럽연합 배출권거래제(EU ETS, European Union Emissions Trading System)의 해운 부문 적용에도 활용하고 있음. EU ETS가 2024년부터 해운 부문으로 확대됨에 따라 선박회사는 규제 적용대상 온실가스 배출량을 보고하고, 검증된 배출량에 상응하는 배출권을 제출해야 함. THETIS-MRV는 이 과정에서 선박별 배출정보의 보고와 검증을 지원하며, 검증된 정보가 배출권 이행관리에 활용될 수 있도록 하는 역할을 수행함.

한편 EU는 선박연료의 온실가스 집약도 규제를 시행하면서 THETIS-MRV의 활용범위를 확대하고 있음. 2025년 1월부터 적용된 선박의 재생·저탄소연료 사용 촉진 규정(FuelEU Maritime)[2]은 선박에서 사용하는 에너지의 연간 온실가스 집약도 기준을 설정하고, 재생·저탄소연료의 사용을 촉진하기 위한 제도임. 이에 따라 선박회사는 기존 배출량 보고와 별도

1) EMSA가 운영하는 선박 온실가스 배출정보 보고·검증 지원시스템으로, 선박회사와 검증기관 및 관계당국이 모니터링계획, 배출보고서와 검증결과 등을 관리하는 디지털 플랫폼

2) EU 해운 부문의 온실가스 감축을 위해 선박에서 사용하는 에너지의 연간 온실가스 집약도 기준 등을 규정한 제도로, 2025년 1월부터 적용

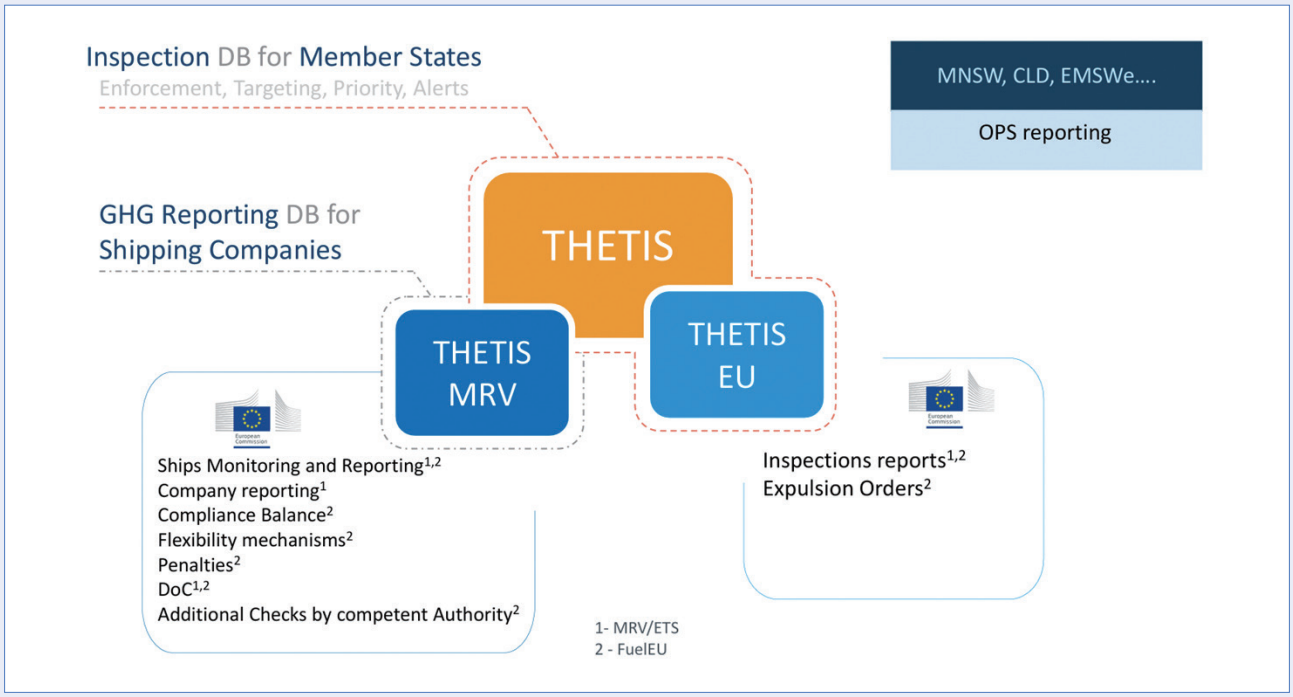

그림 1. EU 선박 온실가스 배출정보의 디지털 관리시스템 연계 구조, (출처: EMSA(2024))

로 연료 및 에너지 사용정보를 관리하고 규제기준 충족 여부를 검증받아야 함.

EMSA는 FuelEU Maritime 시행에 대응하여 THETIS-MRV에 관련 보고·검증 기능을 추가하고 있음. 2024년부터 선박회사가 FuelEU Maritime에 따른 모니터링계획을 작성하고 검증기관에 제출할 수 있도록 지원하였으며, 이후 연료 및 에너지 사용정보를 바탕으로 보고서를 작성하고 검증받는 기능을 단계적으로 확대하고 있음.

EMSA의 2024년 발표자료에 따르면 THETIS-MRV는 선박 및 회사 관련 공통정보를 기반으로 MRV·EU ETS와 FuelEU Maritime의 규제별 보고·검증 업무를 지원하도록 구성되어 있음. 또한 선박검사 정보시스템인 THETIS 및 EU 환경규제 관련 검사정보시스템인 THETIS-EU와의 연계 구조를 통해 배출정보 관리와 규제 이행 확인을 지원하는 방향으로 발전하고 있음.

이러한 정보시스템 연계는 동일 선박에 적용되는 여러 환경규제의 보고·검증 업무를 효율적으로 처리하기 위한 기반임. 특히 선박회사와 검증기관이 공통정보를 활용하면서 규제별로 필요한 자료를 작성·확인할 수 있어, 배출정보 관리의 일관성을 높이고 관련 업무의 중복을 줄이는 데 기여할 수 있음.

EMSA의 2026년 사업계획에 따르면 THETIS-MRV는 FuelEU Maritime의 첫 번째 보고기간인 2025년의 이행정보를 처리하기 위해 관련 기능을 확대하고 있음. 주요 기능에는 모니터링계획과 보고서 관리, 규제 준수잔액(Compliance Balance)[3] 산정·관리, 과징금 및 적합성 증서 관리 등이 포함됨.

3) FuelEU Maritime에서 선박의 온실가스 집약도와 규제상 허용기준 등을 바탕으로 산정하는 준수잔액으로, 규제기준의 초과 달성 또는 미달 여부를 나타내는 값

특히 2026년에는 FuelEU Maritime의 유연성 제도[4]에 대한 관리기능이 중요한 과제로 제시되고 있음. 해당 제도는 선박별 준수잔액에 따라 초과 달성분을 다음 보고기간으로 이월하거나, 일정 요건에 따라 다른 선박과 공동으로 규제기준을 충족하는 방식 등을 허용함. THETIS-MRV는 이러한 이행정보와 관련 절차를 디지털 방식으로 관리하여 선박회사의 규제 준수 여부를 확인할 수 있도록 지원함.

EU는 2026년 2월 FuelEU Maritime 관련 데이터베이스의 접근권한과 기능·기술요건을 규정한 유럽 집행위원회 이행규정(EU) 2026/394를 채택함. 해당 규정은 THETIS-MRV를 기반으로 선박회사와 검증기관, 관계당국의 접근권한과 관리기능을 구분하고, 모니터링계획과 검증된 보고서, 준수잔액, 과징금 및 적합성 증서 등의 관리절차를 구체화함.

특히 이행규정은 FuelEU Maritime 관련 데이터베이스에 준수잔액 계산기능과 유연성 제도 관리기능을 포함하도록 규정함. 선박회사는 시스템을 통해 준수잔액를 확인하고, 초과 달성분의 이월이나 선박 간 공동이행 등을 신청할 수 있으며, 검증기관은 관련 내용을 평가·확인할 수 있음. 이는 디지털 정보시스템의 역할이 단순한 배출자료 제출에서 규제 이행 여부의 산정과 관리까지 확대되고 있음을 보여줌.

EMSA의 2024년 발표자료에서도 MRV·EU ETS와 FuelEU Maritime의 보고·검증 절차가 구분되어 제시됨. MRV·EU ETS는 선박별 배출정보의 모니터링과 검증, 회사 단위 배출량 집계 및 배출권 제출 절차로 구성되는 반면, FuelEU Maritime는 선박별 에너지 사용정보를 바탕으로 온실가스 집약도와 준수잔액을 산정하고, 유연성 제도와 과징금 적용 여부를 검토하는 절차로 구성됨.

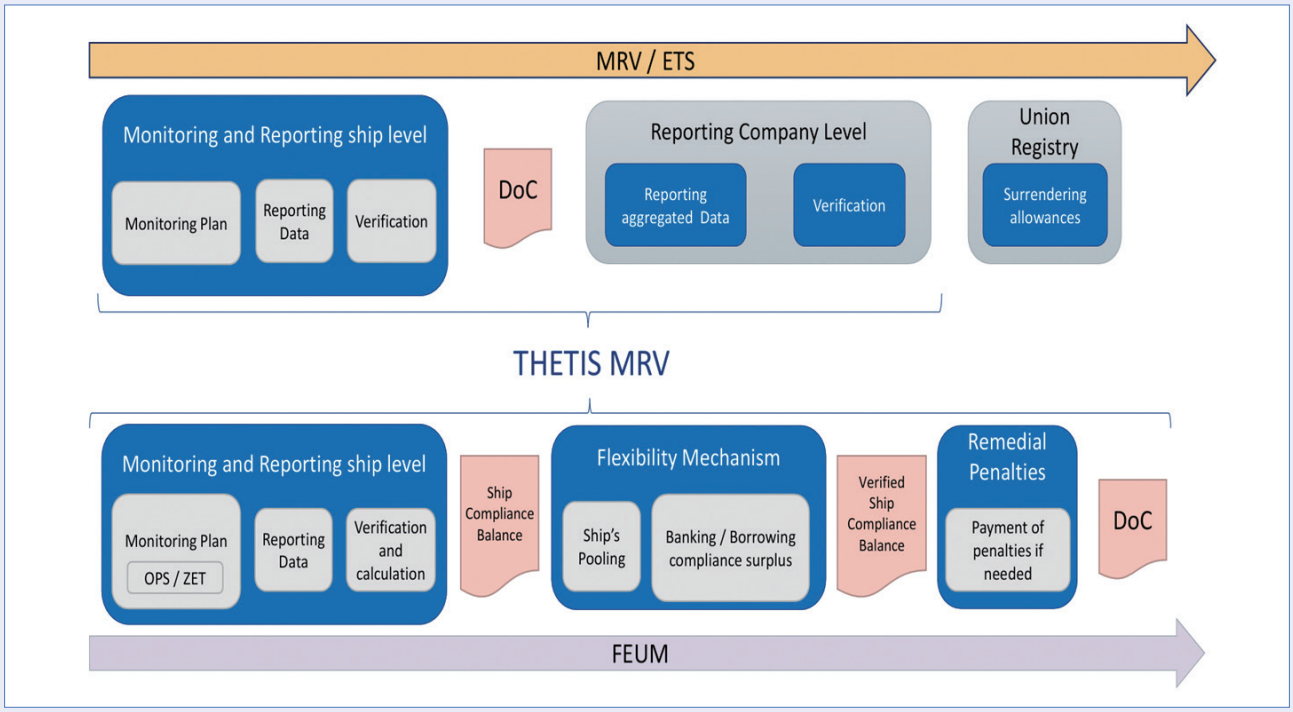

그림 2. EU MRV·EU ETS 및 FuelEU Maritime의 디지털 보고·검증 절차, (출처: EMSA(2024))

4) FuelEU Maritime에서 선박의 규제기준 충족을 지원하기 위해 준수잔액의 초과 달성분 이월(Banking), 차입(Borrowing) 및 선박 간 공동이행(Pooling)을 허용하는 제도

이처럼 EU의 디지털 배출정보 관리체계는 규제별 산정방식과 이행요건을 구분하면서도 공통정보를 활용하여 보고·검증 업무를 처리하는 방향으로 발전하고 있음. 특히 동일한 선박의 배출량과 연료·에너지 사용정보를 관련 제도에 맞게 활용할 수 있어, 선박회사의 정보관리 효율성과 검증기관의 업무 연속성을 높이는 데 기여할 수 있음.

이와 함께 EMSA는 회원국의 규제 이행 확인을 지원하기 위한 디지털 검증도구도 개선하고 있음. 2026년 사업계획에는 FuelEU Maritime의 이행과 관련된 회원국의 검증·집행 업무를 지원하기 위한 도구를 추가 개발하고, 이용자의 의견을 반영하여 THETIS-MRV의 기능을 지속적으로 개선하는 내용이 포함되어 있음.

특히 선박회사가 제출한 보고자료와 검증기관의 확인결과, 관계당국의 규제 이행정보를 연계하여 관리하는 것은 디지털 검증체계의 실효성을 높이는 중요한 요소임. 이러한 정보연계는 규제 이행 여부를 확인하는 과정에서 필요한 자료의 접근성과 추적 가능성을 높이고, 선박회사와 검증기관 및 관계당국 간 정보공유를 지원할 수 있음.

또한 2026년 이행규정은 기존 MRV 자료를 활용하여 중복 보고를 줄이는 방향을 제시하고 있음. 이는 동일한 정보를 반복 제출하는 부담을 완화하면서 규제별 보고자료의 일관성을 확보하기 위한 조치로, 디지털 정보시스템을 통한 행정절차의 효율화라는 측면에서도 의미가 있음.

다만 디지털 시스템의 구축만으로 배출정보의 정확성과 규제 이행이 자동으로 확보되는 것은 아님. 선박회사가 입력하는 연료소비량과 운항정보의 정확성이 중요하며, 검증기관의 독립적인 확인과 관계당국의 후속 점검이 함께 이루어져야 함. 따라서 디지털 보고체계의 고도화와 함께 입력자료의 품질관리 및 검증절차의 신뢰성을 확보할 필요가 있음.

유럽의 선박 온실가스 배출정보 관리정책은 개별 선박의 배출량 보고에서 벗어나 연료 및 에너지 사용정보의 검증, 규제기준 충족 여부의 산정, 준수잔액 및 적합성 증서 관리까지 디지털 기반으로 확대되고 있음. 특히 EMSA의 2026년 시스템 고도화 계획과 EU의 데이터베이스 관련 이행규정은 디지털 정보시스템을 온실가스 규제의 실질적인 이행관리 수단으로 발전시키려는 정책 방향을 보여줌.

정책 방향

온실가스 배출정보 통합관리
선박별 배출량과 연료·에너지 사용정보를 디지털 기반으로 연계하여 환경규제별 보고자료의 일관성과 활용성을 높일 필요

디지털 보고·검증체계 고도화
선박회사와 검증기관의 자료 제출·확인 절차를 체계화하고, 배출정보의 정확성과 검증결과의 추적 가능성을 확보할 필요

규제 이행정보 관리 강화
온실가스 배출정보와 규제기준 충족 여부, 적합성 증서 등 이행정보를 연계하여 관계기관의 확인·점검 업무를 지원할 필요

유럽의 선박 온실가스 배출정보 관리정책은 THETIS-MRV를 중심으로 MRV·EU ETS 및 FuelEU Maritime의 보고·검증 절차를 디지털 기반으로 연계하는 방향으로 발전하고 있음. 특히 EMSA의 2026년 시스템 고도화 계획은 배출정보의 수집·검증뿐 아니라 준수잔액 산정과 적합성 증서 관리 등 규제 이행 전반으로 디지털 관리기능을 확대하고 있음을 보여줌. 향후 디지털 배출정보 관리체계의 실효성을 높이기 위해서는 보고자료의 정확성과 검증 신뢰성을 확보하고, 규제별 정보관리 기능과 관계기관 간 정보공유를 효과적으로 연계하는 것이 중요할 것으로 전망됨.

기사링크	https://www.emsa.europa.eu/publications/download/8431/5613/23.html
	https://www.emsa.europa.eu/newsroom/latest-news/download/7851/5238/23.html
	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=OJ:L_202600394

Tomorrow.Blue Economy World Congress 2026

스페인, 바르셀로나

https://www.tomorrowblueconomy.com/?utm_source

- **일자_ 2026년 11월 3 – 5일**
- **장소_ 스페인, 바르셀로나**
- **주최**
  · Fira de Barcelona

Tomorrow.Blue Economy World Congress 2026은 해양산업의 지속가능한 성장과 블루이코노미 분야의 기술혁신 및 투자 활성화를 논의하는 국제회의로, 스페인 바르셀로나에서 개최될 예정임. Smart City Expo World Congress와 연계해 항만당국, 해운기업, 해양기술 스타트업, 투자기관 및 정책 관계자들이 참여하며, 항만 탈탄소화와 디지털 전환, 해양 생태계 보호 및 해양산업의 새로운 비즈니스 모델 등을 다룰 예정임. 주요 프로그램인 'Smart Ports: Piers of the Future'에서는 항만 자동화와 디지털화, 친환경 항만 인프라 및 항만과 도시 간 연계 방안을 논의하며, 'Sustainable Ocean Summit'에서는 해양산업의 지속가능성과 기후 대응 전략을 다룰 예정임. 또한 'Global Blue Finance Summit'을 통해 해양기술 및 친환경 인프라에 대한 투자와 금융 지원 방안을 모색하고, 'Ocean Innovation Showcase'에서는 해양 데이터, 탈탄소 기술, 지속가능한 양식업 및 해양 생태계 관련 스타트업의 혁신 솔루션을 소개할 예정임. 이를 통해 해양산업의 기술 개발과 투자, 정책 협력을 연계하고 지속가능한 해양경제 실현을 위한 국제 협력 기회를 제공할 예정임.

IAPH World Ports Conference 2026

영국, 런던

https://www.worldportsconference.com/event/WPC/home

- **일자_ 2026년 11월 3 – 6일**
- **장소_ 영국, 런던**
- **주최**
  - International Association of Ports and Harbors (IAPH)

IAPH World Ports Conference 2026은 세계 주요 항만 관계자와 해운업계, 정책기관, 금융 및 기술 분야 전문가들이 참여해 항만산업의 주요 변화와 대응 방향을 논의하는 국제회의로, 올해는 런던에서 개최됨. 세계은행(World Bank), 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization), 유엔무역개발회의(UNCTAD, United Nations Conference on Trade and Development) 등 국제기관도 참여하며, 본회의와 분야별 세션, 워크숍 및 현장방문을 통해 항만 운영과 지속가능성에 관한 정책 및 산업 사례를 공유할 예정임. 특히 세계 각국의 항만 및 해운 관계자 650명 이상이 참여할 것으로 예상되며, 디지털화와 인프라, 보건, 안전, 보안, 환경관리, 지역사회, 기후, 에너지 분야의 우수 항만 프로젝트를 선정하는 IAPH Sustainability Awards도 함께 진행됨.

Marine Energy Transition Forum 2026

영국, 런던

https://ship.energy/conference_programme/metf26-programme/?utm_source

- **일자_ 2026년 11월 11일**
- **장소_ 영국, 런던**
- **주최**
  · Ship.Energy

Marine Energy Transition Forum 2026은 해운산업의 탈탄소화 과정에서 발생하는 연료, 기술 및 인프라 구축의 주요 과제를 논의하는 국제회의로, 영국 런던에서 개최될 예정임. 올해 행사는 해운산업의 에너지 전환을 위한 현실적인 이행 전략 마련에 중점을 두고, 선사, 연료 공급기업, 선급, 항만 운영기관 및 해양기술 전문가들이 참여해 친환경 연료의 공급망과 기술 상용화 방안을 논의할 예정임. 주요 프로그램에서는 EU ETS와 FuelEU Maritime 등 해운 탈탄소화 관련 규제의 영향을 검토하고, 대체연료의 생산·공급 확대와 벙커링 인프라 구축, 투자 및 비용 부담 문제를 다룰 예정임. 특히 선박 엔진과 연료공급 시스템, 풍력보조추진, 배터리, 탄소포집 및 디지털 기술의 적용 가능성을 검토하고, 기존 선박의 개조와 신조선 기술 도입에 따른 경제적 타당성 및 상용화 과제를 논의함. 또한 항만의 육상전원공급과 대체연료 벙커링 시설 구축, 친환경 에너지 공급망 형성 및 산업 간 협력 방안도 주요 의제로 다뤄질 예정임. 이를 통해 해운산업의 탈탄소 목표를 실제 연료 공급과 기술 투자, 항만 인프라 구축으로 연결하기 위한 실행 방안을 모색할 예정임.

International Maritime Conference & Expo – Malta 2026

몰타, 발레타

https://maritime.world/events/malta-show-2026?utm_source

- **일자_ 2026년 11월 25 – 27일**
- **장소_ 몰타, 발레타**
- **주최**
  · Maritime World

International Maritime Conference & Expo Malta 2026은 해운, 항만, 해양에너지 및 해양기술 분야의 산업 관계자들이 참여하는 국제 컨퍼런스 및 전시회로, 몰타 발레타에서 개최될 예정임. 선주, 항만 운영기관, 정부 및 규제기관, 기술기업 등이 참여해 해양산업의 주요 정책과 기술 변화, 국제 협력 방안을 논의할 예정임. 주요 의제로는 국제 해운 규제와 해양 안보, 사이버 보안, AI 및 자동화 기술, 글로벌 무역과 항만 물류, 해양에너지 전환 및 탈탄소화 등이 포함됨. 특히 기술 및 AI 분야에서는 해운 디지털화와 스마트 해양 솔루션을, 에너지 분야에서는 LNG와 수소, 대체연료 및 해양 에너지 인프라를 중심으로 산업 현안을 다룰 예정임. 이와 함께 국제 전시회와 해양기술 스타트업 발표, 기업 간 비즈니스 미팅 및 정부기관과의 협력 프로그램이 진행되며, 11월 26일에는 해양산업의 기술혁신과 지속가능성 분야의 성과를 조명하는 Maritime World Awards Night가 개최될 예정임. 또한 항만 및 조선소 기술투어와 네트워킹 프로그램을 통해 해양산업 관계자 간 기술 교류와 국제 비즈니스 협력 기회를 제공할 예정임.

첨단 해양모빌리티
전문인력 양성사업

KIRD
국가과학기술인력개발원
Korea Institute of Human Resources Development in Science and Technology

2026 대한조선학회 추계학술대회 연계 행사

성과공유회

한-유럽 해양모빌리티 연구 네트워크

신진연구자의 도전과 성과

2026. 11. 6. (금)
13:00 ~ 14:40

창원컨벤션센터(CECO)
601호(제3발표장)

연구로 이어진 한-유럽, 그 성과를 현장에서 만나보세요

편집위원회

위원장 **박철수** 센터장 (선박해양플랜트연구소(KRISO) 유럽센터)
위　원 **권배준** 검사관 (DNV AS, Maritime Classification)
위　원 **김형주** 교수 (노르웨이 과학기술대학(NTNU) 기계산업공학과)
위　원 **김민규** 실장 (한국해사협력센터(KMC) 국제해사연구실)
위　원 **이성엽** 센터장 (선박해양플랜트연구소(KRISO) 국제해사기술센터)
간　사 **정태환** 책임연구원 (선박해양플랜트연구소(KRISO) 국제해사기술센터)
간　사 **박혜진** 팀장 (한국해사협력센터(KMC) 전략기획팀)

KRISO Europe Center Magazine

Sea Frontier

Innovating maritime mobility

VOL. 21 | October 2026

본 정보소식지는 해양수산부가 지원하는 국가연구개발사업인 "한-유럽 첨단 해양모빌리티 연구거점 구축 및 공동연구" 과제 일환으로 발간하였습니다(RS-2024-00410200).

This magazine was published by a grant from National R&D Project "Research hub establishment and international joint research on advanced marine mobility between Korea and Europe" funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(RS-2024-00410200).

본 정보소식지의 정기구독을 원하시는 분들께서는 아래의 연락처로 문의하여 주시기 바랍니다.

Ministry of Oceans and Fisheries

KRISO KOREA RESEARCH INSTITUTE OF SHIPS & OCEAN ENGINEERING

TEL (042)866-3964　**e-mail** kec@kriso.re.kr　**www.kriso.re.kr**

01

9 773058 993006

ISSN 3058-9932