



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

MERSol – Maritime Engine Room Simulator on-line



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

MERSol

Maritime Engine Room Simulator on-line

**Онлайн тренажер суднового
машинного відділення**



 **IMAGE SOFT**

SPINAKEr.si
Nautično izobraževanje

50 ANYS
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

samk 

sense Limits





ЗМІСТ

Вступ	3
1. Цілі та завдання навчання на тренажері суднового машинного відділення	5
2. Функціональні особливості тренажера машинного відділення дослідницького судна MERSol	8
3. Використання онлайн тренажера машинного відділення	15
4. Модулі з навчання та оцінювання	17
5. Схема процесу	20
6. Визнані виклики	23
7. SWOT-аналіз проєкту MERSol	26
8. Передові практики	30
Про авторів	33
Список використаних джерел	34

Європейська комісія не несе відповідальності за зміст цієї публікації.



ВСТУП

Індустрія судноплавства суттєво постраждала від пандемії COVID-19, і хоча найбільшою проблемою вважаються зміни екіпажу, проте вплив пандемії COVID-19 на морську освіту та підготовку, а також постачання кваліфікованих і дипломованих моряків також викликає значного занепокоєння в індустрії. Судновласники та оператори повинні підтримувати тісні стосунки із закладами морської освіти та підготовки, і це також буде мати вирішальне значення під час роботи над наступним комплексним переглядом Конвенції та Кодексу про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ).

MERSol – проєкт (Онлайн тренажер суднового машинного відділення) був ініційований через пандемію COVID-19, яка здебільшого унеможливила очні заняття на тренажері. Це дворічний проєкт ERASMUS+, який розпочався 1 червня 2021 року та тривав до 31 травня 2023 року.

Запропонований проєкт зосереджений головним чином на пріоритетах підтримки осіб у морському секторі для набуття та розвитку ключових компетенцій. Це забезпечить їм більшу відповідність потребам ринку праці з точки зору оновлення освіти та професійної підготовки. Навчальні модулі MERSol, модулі оцінки та спеціальне програмне забезпечення, тренажер машинного відділення, будуть надаватися не тільки як навчання для нових курсантів, але й як частина безперервної освіти для вже кваліфікованих моряків; однак це не єдині пріоритети, на які спрямована пропозиція, оскільки враховуються також екологічні пріоритети з дотриманням нових глобальних вимог. Крім того, на додаток до обраних пріоритетів, буде забезпечена гендерна рівність і будь-який вид недискримінації, оскільки онлайн-середовище моделювання не робитиме різниці між статтю, віком користувачів або будь-якою іншою ідентичністю чи ознаками, пов'язаними з людиною.

Проєкт MERSol підтримує впровадження інноваційних підходів і цифрових технологій для викладання та навчання. Беручи до уваги особливі умови роботи



на морі та той факт, що багато моряків витрачають багато часу на навчання на березі, проєкт MERSol був розроблений, щоб надавати всі результати в режимі онлайн, використовуючи цифрові технології. Хоча це зумовлено радше необхідністю, ніж вибором, та повністю збігається з Планом дій цифрової освіти, ініційованим Європейською Комісією.



1. ЦІЛІ ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАННЯ НА ТРЕНАЖЕРІ СУДНОВОГО МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ

Цілі та завдання цього документа полягають у ознайомленні з основними операціями машинного відділення дослідницького судна MERSol, ознайомленні інструктора машинного відділення з функціями машинного відділення та тренажером, який імітує обладнання машинного відділення судна, панелі керування, клапани, перемикачі, тощо (Рис. 1).



Рис. 1. Дослідницьке судно MERSol – науково-дослідне судно з глибоководного рибного лову

Тренажер машинного відділення дослідницького судна MERSol (ERS) рекомендується встановлювати на комп'ютер достатньої потужності із попередньо встановленою операційною системою Windows 10. При цьому операційна система Windows 10 має бути оригінальною та легальною версією з останніми оновленнями.

Тренажер машинного відділення дослідницького судна MERSol може бути взаємопов'язаний із повнофункціональним тренажером навігаційного містка від Image Soft, що дозволяє проводити комплексні вправи з маневрування судном.

Стаціонарна версія тренажера з розташуванням у навчальному приміщенні,



що містить, наприклад, шість робочих станцій для слухачів та одну робочу станцію для викладача, також може бути реалізована на вимогу.

Загалом, у процес підготовки на тренажері машинного відділення закладені наступні узагальнені цілі за такими розділами:

1. Ознайомлення із обладнанням машинного відділення:

- ознайомлення з системами машинного відділення, пов'язаним обладнанням, засобами керування;
- розуміння взаємозалежності різних механізмів.

2. Компонування систем та їх функціонування:

- розуміння операцій і особливостей механізмів;
- закріплення попередніх теоретичних знань при виконанні повсякденних операцій з судновими системами.

3. Системи моніторингу та контролю:

- використання в експлуатації систем керування, моніторингу та контролю.

4. Автоматизація:

- ознайомлення з системами дистанційного керування, сигналізації та захисту;
- закріплення практики ефективного енергоспоживання та сталого функціонування.

5. Надзвичайні ситуації:

- розуміння загальних правил безпеки та підготовки до надзвичайних ситуацій.

6. Несення вахти та усунення несправностей:

- закріплення знань і навичок з безпечної технічної експлуатації суднової енергетичної установки, несення вахти в машинному відділенні та усунення несправностей.

7. Управління судновими ресурсами:

- досягнення виконання безпечних операцій у машинному відділенні судна шляхом управління персоналом, обладнанням та інформацією з врахуванням



ролей у команді, людського фактору і обізнаності з можливими ситуаціями.

Однак, щоб розпочати підготовку з використанням онлайн тренажера машинного відділення дослідницького судна MERSol, на першому етапі слід ознайомитись з його функціональними особливостями. Обсяг змодельованих функцій дослідницького судна MERSol визначається інструментарієм з розробки тренажера машинного відділення.



2. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСОБЛИВОСТІ ТРЕНАЖЕРА МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОГО СУДНА MERSOL

2.1. Пропульсивна установка. Головні двигуни, редукторна передача та гвинти регульованого кроку

Пропульсивна установка дослідницького судна MERSol двомашинна, двовальна з механічною редукторною передачею обертів на гвинти регульованого кроку (ГРК). Головні двигуни чотиритактні, середньообертові, дизелі Wärtsilä W20 потужністю 1600 кВт. ГРК якими оснащене судно дозволяють змінювати крок гвинта для досягнення необхідної швидкості судна. Крім того для забезпечення необхідного позиціювання судна з врахуванням погодних умов (мінливий вітер) на судні використовується система динамічного позиціювання (Dynamic Positioning system, DP), що виконує контроль за частотою обертання і кроком гвинта.

2.2. Система охолодження забортною водою

Дослідницьке судно MERSol обладнане системою охолодження забортною водою у склад якої входять три насоси та центральний охолоджувач для двох головних двигунів і два насоси та центральний охолоджувач для двох допоміжних двигунів.

2.3. Система охолодження прісною водою

Система охолодження прісною водою дослідницького судна MERSol складається з двох контурів, низькотемпературного та високотемпературного. Обидва контури включають в себе відповідні теплообмінники-охолоджувачі та насоси, що в кінцевому результаті забезпечують передачу теплоти до центральних охолоджувачів забортною водою.

2.4. Паливна система

Паливна система судна MERSol розрахована на дизельне паливо (Marine Diesel Oil, MDO) та обладнана трьома живильними насосами для подачі палива до головних двигунів та дизель-генераторів, одним паливоперекачувальним



насосом, фільтрувальним обладнанням та сепаратором. В склад системи входять дві цистерни для приймання та зберігання дизельного палива, витратна цистерна та переливна цистерна. Паливна система приймання, зберігання та перекачування палива призначена для приймання палива при бункеруванні, зберіганні палива у цистернах запасу та перекачування палива до витратних цистерн, перекачування між цистернами запасу, перекачування палива з переливної цистерни, або для видачі на інше судно чи берег. У склад системи паливопідготовки входить сепаратор дизельного палива.

2.5. Система зберігання та перекачування оливи

Система зберігання та перекачування оливи призначена для приймання оливи при бункеруванні, зберіганні оливи у цистернах запасу та перекачування оливи до двигунів та механізмів.

Поповнення оливою систем змащування дизелів здійснюється насосом з ручним приводом. Відкачування оливи з піддонів головних двигунів забезпечується шламовим насосом. Обидва головні двигуни мають окремий масляний сепаратор автоматизованого типу, що самоочищається.

2.6. Система кондиціонування повітря

Модель судна має три окремі системи кондиціонування повітря. Одна система обслуговує морозильну та холодильну камери, а інші дві системи підтримують температуру в технічних приміщеннях, таких як центральний пост управління (ЦПУ) та стернова рубка.

Так, система моделюється як теплогенеруюче навантаження, підключене до системи охолодження забортною водою допоміжного обладнання. Основна суть керування полягає в перемиканні режимів «Ввімкнено» та «Вимкнено».

2.6.1. Холодильна установка

Тренажер машинного відділення моделює морозильну та холодильну камери шляхом імітації автоматизованого паро-рідинного компресійного циклу в компресорі, конденсаторі та випарнику холодильної установки. Компресорний блок холодильної установки має панель керування, розташовану на другому рівні машинного відділення у твіндеку (Рис. 2.1).



Рис. 2.1. Панель керування холодильною установкою

2.7. Вентиляція, керування вентиляторами та заслінками

Вентиляція відділень розташування головних двигунів: для відділення головного двигуна передбачено два припливних вентилятори осьового типу, продуктивністю 11 м³/год кожен, при максимальній частоті обертання 1500 об/хв, оснащених перетворювачами частоти. Вентилятори мають гнучке монтування.

Заслінка припливного повітря має бути у відкритому положенні при нормальних умовах роботи, щоб уникнути створення вакууму у відділенні головного двигуна.

Вентиляція інших приміщень машинного відділення керується термостатом і має можливість регулювання, однак тренажер машинного відділення дослідницького судна MERSol зосереджується лише на роботі режимів увімкнення/вимкнення вентиляції. Оскільки машинні відділення мають незалежну вентиляцію, відкриття/закриття дверей також відіграє роль при переході судна морем.

2.8. Системи пускового, робочого та керуючого повітря

Дослідницьке судно MERSol обладнане двома повністю автоматизованими компресорами, які подають стиснене повітря з тиском у 30 бар до двох пускових повітряних ресиверів, які обслуговують, як головні двигуни так і дизельні генератори. Головні компресори мають вбудовані водо-масляні сепаратори.

Також на судні встановлено один компресор робочого повітря (9 бар) і відповідно один ресивер робочого повітря (9 бар).

Один блок осушення керуючого повітря та один аварійний повітряний

резервуар для дистанційно пневматично-керованих клапанів, встановлені у машинному відділенні. Подача керуючого повітря до осушувача забезпечується від системи робочого повітря. Повітря, що використовується, має бути очищеним, сухим і вільним від оливи, з метою запобігання закупорювання ліній малого діаметру, фітінгів та сопел.

2.9. Система швидкого закриття клапанів

Судно оснащено системою швидкого закриття клапанів. Мета системи полягає в тому, щоб швидко закрити відсічні клапани суднових паливно-оливних трубопроводів у разі виникнення надзвичайної ситуації. Відсічні клапани швидкого закриття активуються шляхом подачі стисненого повітря в трубопроводи, що ведуть до їх пневмоприводів. Клапани швидкого закриття зберігають положення «Закрито» після спрацьовування і повинні відкриватися вручну.

Аварійна активація певних груп клапанів виконується за допомогою панелі керування клапанами швидкого закриття з ЦПУ (Рис. 2.2.).

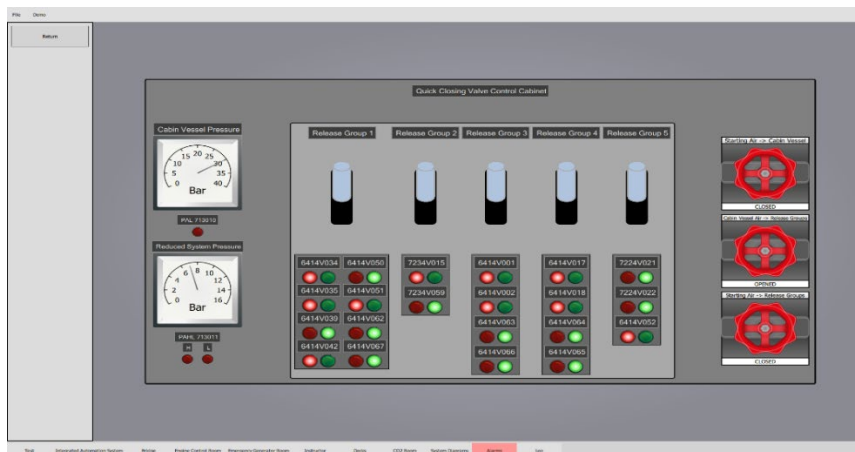


Рис. 2.2. Панель керування клапанами швидкого закриття

2.10. Підігрів двигунів

Процедура пуску суднових двигунів покрокова і вимагає підготовку систем, що їх обслуговують для забезпечення в кінцевому результаті безпечного та надійного пуску. Одним із кроків є попередній підігрів двигунів, це стосується за певних умов палива, охолоджувальної води та змащувальної циркуляційної оливи, що перед пуском мають забезпечити необхідний температурний режим,



щоб уникнути можливих несправностей та пошкоджень двигунів.

2.11. Електроенергетична система судна

Електрична енергія при переході судна морем зазвичай виробляється встановленими на ньому дизель-генераторами. На дослідницькому судні MERSol допоміжні дизель-генератори та валогенератори забезпечують суднові, як технічні так і побутові, споживачі електричною енергією за допомогою електричних мереж й обладнання основної та аварійної станцій.

2.12. Берегове електроживлення та аварійний генератор

Берегове електроживлення, як джерело електричної енергії, коли судно стоїть у доку, не тільки живить судно, а й зменшує емісію шкідливих речовин в повітря при цьому позитивно впливаючи на екологічну ситуацію регіону та заощаджує витрати на паливо.

Електрична енергія на судні генерується за допомогою дизель- та валогенераторів. На випадок виходу з ладу основної суднової електричної станції на судні передбачена аварійна електрична станція для забезпечення аварійного живлення критично важливих споживачів. Основним джерелом аварійного живлення на дослідницькому судні MERSol є аварійний дизель-генератор.

2.12.1. Головний та аварійний розподільний щити

Головний розподільний щит (ГРЩ) – це збірний блок електротехнічних компонентів. Він використовується для прийому, вимірювання та розподілу електричної енергії, а також захищає мережу від перевантаження, короткого замикання та витоку струму.

2.12.2. Допоміжні двигуни

Функція допоміжних двигунів полягає в тому, щоб приводити в дію генератори, які виробляють електроенергію для забезпечення функціонування необхідного обладнання машинного відділення та інших суднових споживачів (палубне обладнання, навігаційне обладнання, обладнання забезпечення щоденних потреб екіпажу на борту). На судні встановлено два допоміжних двигуни MAN D 2842 LE 301, номінальною потужністю 532 кВт при частоті



обертання колінчатого валу 1500 об/хв. Генератори, виробництва Leroy Somer, типу LSAM 49.1 M 6, потужністю 489 кВт, 440 В, 1000 А, 50 Гц.

2.12.3. Валогенератори

Валогенератор за своїм визначенням електрична машина, що приводиться в обертання від валу головного двигуна для вироблення електроенергії та живлення нею суднових споживачів без використання приводного допоміжного дизельного двигуна. Таким чином, це екологічно чиста технологія виробництва електроенергії за умови, що головний двигун(и) працює(ють). На дослідницькому судні MERSol встановлено два валогенератори, що живлять мережу судна або двигун носового підрулювача (має тільки електричний привод). Валогенератори типу SF400L4(PTO) номінальною потужністю 969 кВт при 1500 об/хв. Валогенератори з'єднані з головними двигунами через мультиплікатори.

2.12.4. Заземлення

Заземлення вважається критично важливим на борту судна. Дослідницьке судно MERSol має електричні мережі напругою 24, 230 та 440 В. У мережі напругою 440 В, падіння ізоляції потенційно дуже небезпечне для екіпажу, тому є пріоритетним, що потребує вирішення у першу чергу. Джерело витoku необхідно ідентифікувати, локалізувати та ізолювати, цьому посприяють можливості інтегрованої автоматизованої системи (ІАС). Суднова ІАС також допомагає управляти ситуаціями, коли критично важливе для маневрів обладнання повинно залишатися в працездатному стані, з метою уникнення аварійних ситуацій.

2.13. Носовий підрулювач

Дослідницьке судно MERSol обладнане одним носовим підрулювачем потужністю 450 кВт із гвинтом регульованого кроку. ГРК підрулювача складається з маточини на якій радіально розташовані лопаті, що мають гідравлічний привід і дистанційне керування. Гідравлічний насос з електроприводом регулює крок лопатей гвинта за допомогою тиску оливи. Носовий підрулюючий пристрій приводиться у дію з нульовим кроком лопатей



(важіль у нейтральному положенні), далі змінення кроку має здійснюватися поступово, уникаючи раптових змін дії носового підрулювача.

2.14. Журнал тривог

Журнал тривог відображає інформацію про тривоги, що надходять від суднового обладнання до інтегрованої автоматизованої системи. Журнал містить активні, квитовані і вирішені тривоги.

2.14.1. Активні тривоги

Тривоги стають активними, якщо спрацьовує сигнал про відхилення параметру сигналізації від норми. Кількість активних тривог відображається в меню заголовка тренажера та реєструються в меню тривог. Меню тривог відображає назву тривоги, опис, граничне значення, дату та час.

2.14.2. Квитовані сигнали тривог

Активні тривоги підтверджуються піктограмою на макеті активних тривог. Підтверджені тривоги не розглядаються як активні у заголовку меню або журналі тривог. Час квітування тривоги записується у журналі тривог.

2.14.3. Вирішені тривоги

Активні та квитовані тривоги вважаються вирішеними, якщо сигнал про відхилення параметру сигналізації від норми зникає, повертається до нормального. Час, коли відхилення параметру сигналізації від норми зникає, реєструється в журналі тривог. Вирішені тривоги видаляються з журналу, якщо вони знову стають активними.

2.14.4. Назви тривог

Назва тривоги – це комбінація коду та ідентифікаційного номера.

Деякі коди тривог залежать від контексту. Опис тривоги в журналі тривог пояснює її значення в таких випадках.



3. ВИКОРИСТАННЯ ОНЛАЙН ТРЕНАЖЕРА МАШИННОГО ВІДДІЛЕННЯ

3.1. Встановлення тренажера

Програма інсталяції для цього тренажера надається як саморозпаковуваний інсталяційний пакет. Програму можна встановити подвійним натисканням лівої клавіші миші в будь-якому сучасному середовищі Windows.

Після натискання почнеться встановлення (Рис. 3.1):

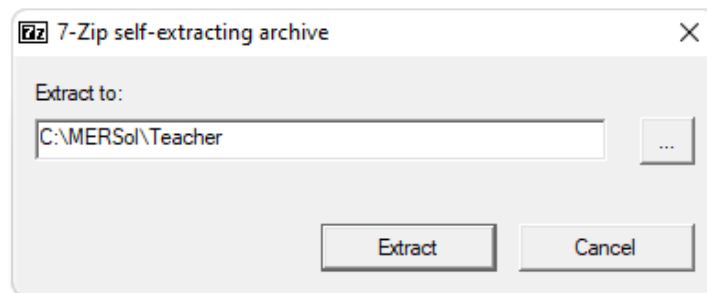


Рис. 3.1. Встановлення

Вибравши папку, наприклад `C:\MERSol\Teacher`, як показано на рисунку вище, програмне забезпечення буде встановлено в цю папку.

3.2. Запуск тренажера

Щоб запустити тренажер, перейдіть до папки, в яку ви його встановили, використовуючи файловий провідник.

Запустіть тренажер, обравши файл `MERSol ERS.bat` та двічі клацніть на нього.

3.3. Активація тренажера

Коли вперше відкривається нова установка тренажера, програма має бути активована співробітниками Image Soft Oy.

Щоб отримати код активації для установки, скопіюйте код сайту та MID у електронний лист і надішліть його на sami.ketola@imagesoft.fi з інформацією про те, що ви встановили тренажер машинного відділення для викладача чи студента на ваш комп'ютер.

3.4. Вхід в систему

Після натискання на файл, ви побачите таке діалогове вікно (Рис. 3.2):

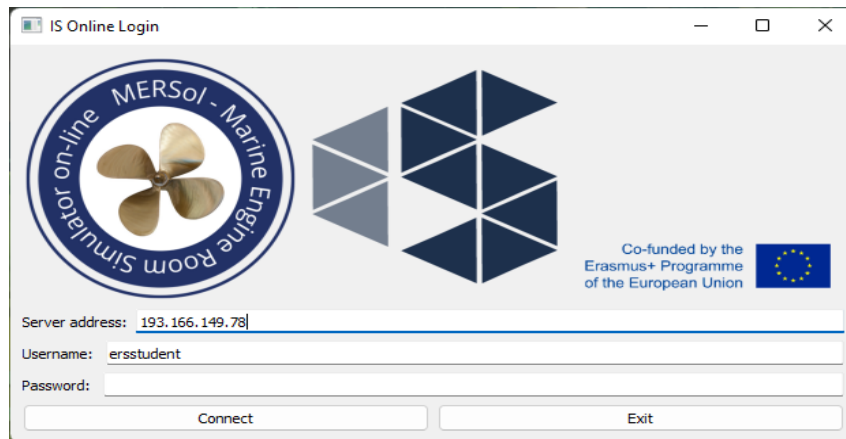


Рис. 3.2. Вікно входу до тренажера

Тут вам потрібно вказати адресу сервера, ім'я користувача та пароль, надані вам вашим закладом освіти, або використати значення за замовчуванням, якщо вони надаються автоматично вашим спеціальним інсталяційним пакетом.

Після введення коректної інформації у діалоговому вікні входу ви переходите до роботи з тренажером.



4. МОДУЛІ З НАВЧАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ

Під час тривання проєкту MERSol було розроблено нові висококласні, сучасні, професійно орієнтовані модулі з навчання та оцінювання. Модулі розташовані на платформі Moodle. З метою проведення тестування розроблених модулів усіма партнерами використовувався лише один сервер та виконувались вправи, спеціально розроблені партнерами проєкту. За умови впровадження стабільності онлайн-технології навчання є можливість перевірити використання кількох серверів одночасно. Переглянути список модулів можна нижче (Таблиця 1).

Таблиця 1

Список модулів з навчання (Онлайн додаток «Тренажер машинного відділення»)

Навчальний модуль	Теми	Розроблено	Перевірено
Електроенергетична система	Електродвигуни (електричний рушій), електростанція, дизель-генератор, аварійний генератор, валогенератор, берегове підключення, акумуляторні батареї та паливні елементи	ХДМА	ЛМА
Пара, термічна олива, вентиляція, кондиціонування повітря	Пара, термічна олива, вентиляція машинних приміщень	ПРУ	ЛМА
Допоміжні системи 1	Паливна та змащувальна системи (бункеровка, зберігання, перекачування, очищення, живлення), скрубери відпрацьованих газів, системи охолодження (забортною водою, низько та високотемпературні контури охолодження прісною водою), системи пускового повітря, робочого та керуючого повітря	ЛМА	ХДМА
Допоміжні системи 2	Система ляльних вод, система очищення баластних вод, система протипожежного захисту (пожежогасіння водою, CO ₂)	ЛМА	ПРУ
Технічне використання двигуна	Моніторинг, керування, автоматизація	ПРУ	УПНС
Системи водопостачання	Водопостачання прісної води, технічної води, опріснювання морської води	ХДМА	ПРУ
З'єднання з		УПНС	SPIN



палубними системами та навігаційним містком	Палубні системи та обладнання навігаційного містка судна MERSol з урахуванням вимог класифікаційних товариств.		
Словник (із поясненнями)	Словник для модулів 1-7	BCI	

Проектування та розробка модулів з навчання та оцінювання на спеціальній платформі електронного навчання дозволяє курсантам і морякам отримувати доступ до навчальної програми та навчальних матеріалів через мережу Інтернет у будь-який час і в будь-якому місці. Це особливо важливо для морського сектору, так як моряки дуже мобільні та мають менше можливостей проходити тривалі навчальні курси під час роботи.

Теми модулів були сформовані на етапі подання заявки, і на початку проекту було зроблено лише незначне коригування, але в цілому всі основні теми залишилися без змін. Також на початку проекту ролі розробника та перевіряючого для кожного з модулів навчання та оцінювання були узгоджені між партнерами, беручи до уваги найкращий досвід партнерів.

Загалом відбулося 35 онлайн-зустрічей партнерів щодо цих модулів, окрім того за кожним модулем партнери мали кілька власних онлайн-зустрічей. Каталонський політехнічний університет був остаточним затверджувачем кожного модуля.

Після того як матеріал було передано для розміщення на платформі Moodle, деякі фотографії та рисунки довелося перезавантажити, оскільки якість не була прийнятної рівня, тому використовувалися оригінальні фотографії та рисунки. Також було перевірено коректність введеного тексту. Відгуки щодо модулів були зібрані на заходах, організованих у Клайпеді, Барселоні, Порторожі, Раумі та у Гельсінках.

Через напад Росії на Україну 24 лютого 2022 року онлайн-зустрічі проекту стали більш емоційними. Інші партнери висловлювали тільки повну підтримку хоробрим українським партнерам. Один із заходів було заплановано провести у



Херсоні, але через активні військові дії у регіоні, плани щодо місця проведення було змінено і розглядалось місто Одеса, як виявилось пізніше проведення заходу стало неможливим. Тому, за домовленістю із фінансистом, Національним агентством освіти Фінляндії (Opetushallitus), кошти відділені на цей захід було розподілено між усіма партнерами.

Жахливий землетрус у Туреччині став наступною надзвичайною ситуацією, яка перенесла підсумкову конференцію зі Стамбула у Гельсінкі, що було також погоджено із Національним агентством освіти Фінляндії. Захід планувалося провести під час великої морської виставки «Expromaritt Exproshipping İstanbul – 17. International Fair», що забезпечило би залучення більшої кількості учасників.



5. СХЕМА ПРОЦЕСУ

Розробка онлайн тренажера машинного відділення відбувалася за структурованим процесом, який можна розбити на такі ключові етапи:

1. Концептуалізація та планування. Визначення цілей, обсягу та вимог до онлайн тренажера машинного відділення та створення високоякісного плану проекту.

2. Спільне проектування. Взаємодія з морськими навчальними закладами, експертами з тематики та зацікавленими сторонами для розробки особливостей, функціоналу і навчального контенту тренажера.

3. Технічна розробка. Створення хмарного програмного забезпечення та інтерфейсу користувача для онлайн тренажера машинного відділення.

4. Тестування та доопрацювання. Проведення ретельного тестування та вдосконалення симулятора, врахування відгуків від користувачів і зацікавлених сторін для забезпечення оптимальної продуктивності та безпечності роботи.

5. Впровадження та інтеграція. Тісна співпраця з морськими навчальними закладами для інтеграції тренажера в їхні навчальні програми та забезпечення підтримки для адаптації та навчання користувачів.

6. Оцінка та постійне вдосконалення. Збір і аналіз даних про ефективність тренажера, визначення областей для вдосконалення та впровадження покращень на основі відгуків користувачів і найкращих практик морської індустрії.

Стадії розробки

Розробку онлайн тренажера машинного відділення можна далі розділити на наступні етапи:

1. Збір вимог. Залучення стейкхолдерів для кращого розуміння їхніх потреб, очікувань та бажаних результатів від тренажера. Цей етап передбачав поглиблені обговорення з морськими навчальними закладами, експертами з відповідної тематики та фахівцями для визначення ключових вимог і обмежень для проекту.

2. Розробка контенту. Співпраця з експертами з предметних питань для



розробки навчального змісту та сценаріїв для тренажера, гарантуючи, що матеріал відповідає стандартам і правилам морської індустрії, а також відповідає унікальним потребам морської підготовки.

3. Розробка програмного забезпечення та інфраструктури. Створення хмарної інфраструктури, а також розробка програмного забезпечення та інтерфейсу користувача для тренажера. Цей етап передбачав вибір відповідних технологій, інструментів і платформ для підтримки цілей проєкту та забезпечення масштабованості, надійності та простоти використання.

4. Гарантія якості та тестування. Проведення масштабного тестування тренажера для виявлення та вирішення будь-яких технічних проблем або проблем з продуктивністю, а також отримання відгуків від зацікавлених сторін і користувачів для вдосконалення навчального змісту та функціональності.

5. Розширення та інтеграція. Співпраця з морськими навчальними закладами для розширення потенціалу симулятора та інтеграції його в їхні навчальні програми, надання підтримки користувачам для адаптації, навчання та поточного обслуговування.

6. Моніторинг, оцінка та вдосконалення. Збір даних про продуктивність тренажера та результати користувачів, аналіз результатів для виявлення областей для покращення та впровадження змін на основі зворотного зв'язку та найкращих практик морської індустрії.

Технології та програмне забезпечення

Розробка онлайн тренажера машинного відділення передбачала використання різноманітних технологій, програмного забезпечення та інструментів, зокрема:

1. Хмарна інфраструктура. Для підтримки масштабованої, доступної та надійної експлуатації симулятора була використана хмарна інфраструктура. Хмарна інфраструктура підтримує програмне забезпечення для тренування, ідентифікації користувачів і комунікації.

2. Програмне забезпечення для тренажера. Спеціалізоване програмне



забезпечення було використано для створення високоякісного моделювання роботи машинного обладнання з врахуванням основних фізичних законів. Модель змодельованого судна вийшла досить реалістичною. Програмне забезпечення також надає можливість створення різних сценаріїв навчання.

3. Програмне забезпечення для ідентифікації користувачів. Створено програмне забезпечення для ідентифікації користувачів тренажера. Кожному слухачеві призначається унікальний ідентифікатор і робоча станція під час підключення до хмарного сервера тренажера. Відповіді від хмарного сервера впорядковуються за допомогою згаданих вище облікових даних.

4. Інтерфейс користувача. Інтерфейси користувачів були створені як для слухачів, так і для інструкторів. Так, інтерфейс інструктора містить модулі для керування тренажером. Інтерфейси інструкторів відображають учасників онлайн і пропонують функції для керування використанням тренажера. Інтерфейси слухачів містять необхідні елементи керування для різних операцій з системами тренажера.

5. Комунікація. Встановлено зв'язок між користувачами тренажера та хмарним сервером. Хмарне програмне забезпечення надсилає зміни статусу процесу роботи з тренажером онлайн-користувачам. Користувальницькі інтерфейси, які візуалізують змодельоване судно, постійно приймають і відображають атрибути, оцінені фізичною моделлю змодельованого судна.

6. Протоколи передачі даних з низькою затримкою. Щоб забезпечити взаємодію в реальному часі та швидкість реагування при роботі з тренажером, були реалізовані протоколи з низькою затримкою для передачі даних між пристроєм користувача та хмарним сервером.



6. ВИЗНАННІ ВИКЛИКИ

Проект MERSol призначений для забезпечення реалістичної підготовки студентів та фахівців морської інженерії. Деякі визнані проблеми, з якими міг зіткнутися цей проєкт, включають:

Технічні виклики

1. *Забезпечення стабільного та надійного підключення для всіх користувачів.* Ця проблема загострюється тим фактом, що морські фахівці часто знаходяться у віддалених районах з обмеженою інфраструктурою Інтернету. Щоб вирішити цю проблему, ми покращили підключення та забезпечили зберігання стану процесу роботи з тренажером на сервері, а також оптимізували використання пропускну здатності тренажера.

2. *Затримка.* Підключення до хмарного серверу спричиняє додаткову затримку через збільшення відстані між користувачами та сервером, на якому проходить тренування. Щоб мінімізувати затримку, пропонується використовувати технологію мережевої доставки контенту (Content Delivery Networks, CDNs) для розподілу ресурсів тренажера ближче до користувачів та реалізацію протоколів з низькою затримкою передачі даних.

3. *Забезпечення постійної надійності сервера.* Часті простої сервера або проблеми з продуктивністю можуть мати серйозні наслідки для графіків навчання та задоволеності навчальних вимог користувачів. Щоб вирішити цю проблему, ми пропонуємо прийняти багатосерверну архітектуру з автоматичними механізмами відновлення після збоїв, у разі виникнення проблеми на одному сервері, система автоматично переключиться на інший сервер, зберігаючи доступність до роботи з тренажером. Географічні проблеми виникали через різні місця розташування користувачів та установ, які беруть участь у використанні онлайн тренажера машинного відділення.

Педагогічні виклики

1. *Знаходження правильного балансу між теоретичними знаннями та практичними навичками.* Незважаючи на те, що онлайн тренажер забезпечує



інтерактивне середовище для навчання роботі в машинному відділенні, важливо переконатися, що слухачі також отримують міцну теоретичну основу. Щоб вирішити цю проблему, ми тісно співпрацювали з партнерами з морських навчальних закладів, з метою інтегрування тренажера у комплексну навчальну програму, яка поєднує теоретичні заняття з практичними вправами в симульованому середовищі. Це дозволило слухачам застосовувати свої теоретичні знання в режимі реального часу, одночасно покращуючи розуміння предмету та розвивати практичні навички.

2. Ще одним викликом, з яким ми зіткнулися, було підтримання залучення слухачів і сприяння активному навчанню. Онлайн-природа тренажера потенційно може призвести до того, що слухачі стануть пасивними спостерігачами, а не активними учасниками. Щоб подолати це, ми співпрацювали з нашими партнерами з морських навчальних закладів, з метою розроблення захоплюючих навчальних дій та сценаріїв в межах тренажера.

3. Врахування різноманітних навчальних потреб і вподобань слухачів. Щоб вирішити цю проблему, ми працювали з нашими партнерами з морських навчальних закладів, щоб розробити гнучке та адаптоване навчальне середовище, яке могло б задовольнити індивідуальні потреби слухачів. Використовуючи різноманітні навчальні ресурси, слухачі можуть зосередитися на сферах, де вони потребують найбільшого вдосконалення.

4. Здатність оцінювати прогрес слухача та надавати змістовний зворотний зв'язок. Це було ще одним викликом, з яким ми зіткнулися, оскільки традиційні методи оцінювання можуть бути недостатніми для застосування в середовищі онлайн-тренажера.

Специфічні виклики в сфері морської індустрії

1. Забезпечення моделювання в режимі онлайн точного та реалістичного представлення фактичних операцій машинного відділення. Це вимагало тісної співпраці експертів та механіків морських навчальних закладів для розробки тренажера, який відобразив би нюанси та особливості реальних операцій



машинного відділення. Зрештою нам вдалося удосконалити процеси моделювання на основі відгуків досвідчених фахівців, а саме забезпечення більш точної імітації роботи змодельованого на тренажері обладнання у відношенні до реального суднового обладнання.

2. Необхідність надати слухачам практичний досвід експлуатації обладнання машинного відділення. Хоча онлайн тренажер пропонує захоплююче середовище, він не може повністю відтворити тактильні відчуття, пов'язані з фізичним маніпулюванням машинного обладнання. Це необхідно вирішувати в майбутньому, можливо доповнивши онлайн-навчання практичним навчанням на реальному обладнанні.

3. Необхідність дотримуватись суворих стандартів і правил морської індустрії. Щоб відповідати цим вимогам, тренажер має відповідати встановленим стандартам, таким як Кодекс ПДНВ.

4. Інтеграція нашого онлайн тренажера з існуючими навчальними програмами з морської підготовки. Важливою і необхідною є тісна співпраця з морськими навчальними закладами для визначення можливостей у їхніх поточних програмах, а також різних можливостей покращення результатів навчання за допомогою нашого онлайн тренажера машинного відділення.



7. SWOT-АНАЛІЗ ПРОЄКТУ MERSol

Щоб всебічно проаналізувати роботу тренажера машинного відділення та з'ясувати, як зміни у офлайн лекціях, семінарах, тренажерних та інших практичних заняттях, що виникли на тлі пандемії COVID-19, вплинуть на його розвиток у довгостроковій перспективі, було проведено обговорення і аналіз сильних, слабких сторін, можливостей загроз (Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats, SWOT), а також результатів пов'язаних досліджень.

Сильні, слабкі сторони, можливості та загрози проекту MERSol наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

SWOT-аналіз проєкту MERSol

Сильні сторони	Слабкі сторони
1. Гнучкість і доступність	1. Обмежений тактильний досвід
2. Економічність	2. Залежність від стабільного підключення до Інтернету
3. Масштабованість	3. Технологічна складова навчання
4. Персоналізоване навчання	4. Інтеграція з існуючими навчальними програмами
5. Реалістичне імітаційне середовище	
Можливості	Загрози
1. Експансія на нові ринки	1. Спадщина традиційної підготовки
2. Технологічний прогрес	2. Нормативні аспекти
3. Співпраця та партнерство	3. Технологічне старіння
4. Поширення впровадження онлайн-навчання	4. Ризики кібербезпеки
5. Інноваційне та привабливе навчальне рішення	5. Економічна невизначеність

Сильні сторони проєкту MERSol:

1. *Гнучкість і доступність.* Тренажер машинного відділення є досить гнучким, щоб відповідати різним навчальним потребам і сценаріям. Це дозволяє інструкторам налаштовувати навчальні програми та сценарії відповідно до різних вимог навчання. Онлайн-природа тренажера машинного відділення дозволяє слухачам і морським навчальним закладам отримувати доступ до навчальної платформи з будь-якого місця та в будь-який час, забезпечуючи необхідну гнучкість і зручність.

2. *Економічність.* Тренажер допомагає зменшити витрати, пов'язані з



традиційною морською підготовкою, такі як транспортні витрати, витрати на проживання та оренду/обслуговування приміщення стаціонарної офлайн підготовки, що робить його привабливим варіантом як для навчальних закладів, так і для слухачів.

3. Масштабованість. Хмарна інфраструктура тренажера дозволяє одночасно обслуговувати велику кількість слухачів, дозволяючи легко розширювати та адаптувати тренажер для задоволення зростаючих потреб морської індустрії.

4. Персоналізоване навчання. Тренажер представляє широкий спектр навчальних можливостей, диференційовані рівні складності та персоналізовані навчальні підходи, що відповідають різноманітним потребам і вподобанням слухачів.

5. Реалістичне імітаційне середовище. Високоточне засноване на фізичних законах моделювання процесів функціонування машинного обладнання на тренажері надає слухачам захоплюючий та автентичний досвід навчання, точно повторюючи реальні операції з технічного використання машинного обладнання.

Слабкі сторони проєкту MERSol:

1. Обмежений тактильний досвід. Онлайн тренажер не може повною мірою відтворити практичний досвід фізичної взаємодії з машинним обладнанням, що може вплинути на розвиток практичних навичок.

2. Залежність від стабільного підключення до Інтернету. Ефективна робота тренажера залежить від стабільного підключення до Інтернету, що може створити проблеми для слухачів у віддалених районах або з обмеженою інфраструктурою.

3. Технологічна складова навчання. Тренажер вимагає від слухачів навичок використання цифрових технологій, що може спричинити труднощі навчання для певних осіб, особливо тих, хто має обмежений досвід використання онлайн-навчальних платформ.



4. *Інтеграція з існуючими навчальними програмами.* Інтеграція онлайн тренажера з існуючими навчальними програмами морської підготовки може бути складною для деяких закладів, вимагати тісної співпраці та адаптації.

Можливості проєкту MERSol:

1. *Експансія на нові ринки.* Онлайн тренажер машинного відділення має потенціал для використання не лише в секторах морської індустрії, але й в інших секторах, таких як електротехнічний, екологічний, цивільної інженерії, охорони здоров'я та соціальних послуг.

2. *Технологічний прогрес.* Оскільки технології продовжують розвиватися, з'являється змога для подальшого вдосконалення функцій і можливостей тренажера, наприклад інтеграції компонентів віртуальної реальності або доповненої реальності, щоб створити ще більш захопливим процес навчання.

3. *Співпраця та партнерство.* Формуючи стратегічні партнерства з морськими навчальними закладами, зацікавленими сторонами морської індустрії та постачальниками технологій, тренажер може продовжувати розвиватися та відповідати мінливим потребам морської підготовки.

4. *Поширення впровадження онлайн-навчання.* Оскільки все більше навчальних закладів визнають переваги онлайн-навчання, з'являється все більше можливостей для того, щоб онлайн тренажер машинного відділення став невід'ємною частиною морських навчальних програм у всьому світі.

5. *Інноваційне та привабливе навчальне рішення.* Гейміфікація — це популярна техніка, яка використовується в онлайн-навчанні, щоб залучити слухачів і мотивувати їх брати активну участь у навчальному процесі. У проєкті онлайн тренажера машинного відділення гейміфікацію можна використовувати для створення інтерактивних сценаріїв, таблиць лідерів, нагород та відзнак, які заохочують слухачів проходити модулі з навчання та оцінювання.

Загрози проєкту MERSol:

1. *Спадщина традиційної підготовки.* Традиційні постачальники морської підготовки можуть розглядати онлайн тренажер машинного відділення як



занадто новий інструмент навчання, що призведе до опору або небажання прийняти нову технологію.

2. *Нормативні аспекти.* Забезпечення суворої відповідності стандартам і правилам, таким які встановлені Міжнародною морською організацією і різними класифікаційними товариствами, може представляти певні складнощі для тренажера.

3. *Технологічне старіння.* Швидкий розвиток технологій буде може вимагати постійних оновлень і вдосконалень тренажера, щоб він залишався актуальним і ефективним у динамічному цифровому середовищі.

4. *Ризики кібербезпеки.* Будучи онлайн-платформою, тренажер машинного відділення може бути вразливим до ризиків кібербезпеки, що вимагає надійних заходів безпеки для захисту даних користувачів і цілісності системи.

5. *Економічна невизначеність.* Коливання в глобальній економіці або зміни в морській індустрії можуть вплинути на попит морської підготовки, а звідси і на впровадження та успіх використання онлайн тренажера машинного відділення. Розуміючи сильні та слабкі сторони, можливості та загрози нашого проєкту, ми можемо приймати обґрунтовані рішення щодо майбутнього розвитку тренажера, вирішувати існуючі проблеми та використовувати нові можливості. Це дозволить нам продовжувати надавати високоякісний, захоплюючий та ефективний навчальний інструмент для морської індустрії та за її межами.

Провівши SWOT-аналіз, ми визначили ключові сильні та слабкі сторони, можливості та загрози, пов'язані з нашим онлайн тренажером машинного відділення. Цей аналіз дає цінну інформацію про сфери, в яких ми досягаємо успіхів, сфери, які потребують вдосконалення, і потенційні шляхи зростання та розвитку.



8. ПЕРЕДОВІ ПРАКТИКИ

Розділ присвячений висвітленню передових практик, які використовуються під час розробки та впровадження онлайн тренажера машинного відділення. Основна увага приділяється консорціуму, розробці навчального плану, співпраці між установами та експертами з конкретних питань, механізмам оцінювання та зворотного зв'язку, а також важливості постійного вдосконалення та адаптації.

1. Консорціум

Консорціум у проєкті MERSol – це група організацій, які співпрацюють над розробкою та впровадженням тренажера. Створення консорціуму в межах проєкту MERSol має ряд переваг, серед яких:

➤ *Спільні ресурси.* Об'єднання ресурсів дозволяє членам консорціуму розподіляти витрати та робоче навантаження при розробці тренажера, завдяки чому проєкт стає більш доступним та передбачає проведення всебічного тестування та розробки.

➤ *Доступ до експертних знань.* Консорціум об'єднує експертів з предметних питань, таких як розробка програмного забезпечення, морська освіта та експлуатація машинного обладнання, що дозволяє розробити більш комплексний та ефективний тренажер.

➤ *Підвищена довіра.* Завдяки залученню різноманітних організацій до проєкту, тренажер отримує підвищену довіру та визнання в профільній сфері.

➤ *Співпраця.* Консорціум заохочує взаємодію та співпрацю між його членами, що призводить до покращення комунікації та підвищення ефективності процесів розвитку проєкту.

➤ *Гнучкість.* Консорціум створено таким чином, щоб забезпечити гнучкість у процесі розвитку проєкту, особливо під час вирішення несподіваних проблем або при змінах у проєкті.

2. Розробка навчального плану

Вирішальним аспектом успіху онлайн тренажера машинного відділення є його інтеграція у комплексний навчальний план з морської підготовки. У процесі



розробки були дотримані такі передові практики:

➤ *Відповідність стандартам і правилам.* Забезпечення відповідності програмного забезпечення та навчального плану, вимогам Міжнародної морської організації (ММО), зокрема Конвенції та Кодексу про підготовку і дипломування моряків та несення вахти (ПДНВ) та інших відповідних документів та органів.

➤ *Збалансований розподіл теоретичних знань і практичних навичок.* Інтеграція тренажера до навчальної програми, яка містить теоретичні і практичні заняття, та дозволяє слухачам застосувати свої знання в режимі реального часу та одночасно розвивати свої практичні навички.

➤ *Персоналізація навчання.* Створення гнучкого та адаптивного навчального середовища, яке задовольняє різні потреби та вподобання слухачів, наявність різноманітних навчальних ресурсів, диференційованих рівнів складності та індивідуальної траєкторії навчання.

3. Співпраця між установами та експертами з предметних питань

Розробка та впровадження онлайн тренажера машинного відділення значною мірою залежить від співпраці між закладами морської освіти, експертами з предметних питань та стейкхолдерами. Серед застосованих передових практик виділені:

➤ *Залучення стейкхолдерів на ранніх етапах розробки тренажера.* Завдяки залученню ключових стейкхолдерів на етапі концептуалізації, їхні ідеї та досвід були враховані протягом усього процесу проектування та розробки тренажера.

➤ *Встановлення каналів чіткої комунікації.* Підтримка відкритого та прозорого спілкування з усіма партнерами сприяла обміну ідеями, зворотному зв'язку та інтересу. Всі аспекти призвели до кращих результатів розробки програмного забезпечення.

➤ *Заохочення культури співпраці.* Підтримка командної роботи, обміну знаннями та взаємної допомоги між усіма сторонами проекту, створили позитивну робочу атмосферу, яка сприяла загальному успіху тренажера.



4. Механізми оцінювання та зворотного зв'язку

Ефективні механізми оцінювання та зворотного зв'язку мають важливе значення для оцінки прогресу слухачів і надання змістовних вказівок з метою покращення якості їх навчання. У процесі створення механізмів було дотримано такі передові практики:

➤ *Регулярний огляд та оновлення навчального матеріалу.* Забезпечення актуальності та доречності навчального матеріалу шляхом включення нових розробок, положень та передових практик морської індустрії.

➤ *Запровадження досягнень технічного прогресу.* Використання новітніх технологій для вдосконалення функцій і можливостей тренажера та створення більш імерсивних навчальних матеріалів.

➤ *Заохочення до надання відгуків та участі користувачів тренажера.* Активний пошук відгуків слухачів, інструкторів та стейкхолдерів з метою визначення областей, які необхідно вдосконалити та змінити, для покращення досвіду користувача та ефективності тренажера.

Дотримуючись цих передових практик у розробці навчального плану, співпраці, оцінюванні та постійному вдосконаленні, онлайн тренажер машинного відділення може забезпечити високоякісне, захоплююче та ефективне навчання слухачів, а також задовольнити потреби у безперервній освіті в морській індустрії.



ПРО АВТОРІВ

У проєкті беруть участь п'ять профільних закладів вищої освіти з Європи та України та два предметні експерти з Європи, кожен з яких ділиться власним досвідом, необхідним для виконання робочої програми. У проєкті чітко окреслені кваліфікації, компетентність та сприяння управлінню проєктом кожної сторони. Роль експертів з предметних питань є вкрай важливою з точки зору технічної експертизи та розробки онлайн-версії тренажера. Асоційованими партнерами проєкту є профільні стейкхолдери.

Університет прикладних наук Сатакунта, УПНС (Satakunta University of Applied Sciences, SAMK) з Фінляндії відіграв провідну роль у створенні консорціуму, оскільки заявку на проєкт було надіслано ним до Національного агентства Фінляндії з питань освіти (Opetushallitus). УПНС запросив партнерів з морської підготовки з Литви, серед яких Литовська морська академія, ЛМА, Клайпеда (Lietuvos aukštoji jūrų inžinerijos mokykla - Lithuanian Maritime Academy, LMA); Іспанії, Каталонський політехнічний університет, КПУ (Universitat Politècnica de Catalunya, Nautical Studies of Barcelona); Туреччини, Університет Пірі Рейс, ПРУ, Стамбул (T. C. Piri Reis Üniversitesi - Piri Reis Maritime University, PRU) та України, Херсонська державна морська академія (Kherson State Maritime Academy, KSMA). В рамках проєкту вказані заклади вищої освіти виступають як експерти з питань суднової енергетики. Також було запрошено два експерти з предметних питань, серед яких виробник тренажерів Image Soft Ltd. із Фінляндії та спеціаліст з інструментарію для онлайн-навчання Spinaaker proizvodnha trgovina in trzenje doo, SPIN зі Словенії. Деякі з партнерів проєкту вже брали участь у проєктах ERASMUS+ протягом майже 20 років, деякі вже здійснювали двосторонню співпрацю. Проте, до консорціуму також увійшли нові партнери за програмою ERASMUS+, професійний внесок яких було визнано насправді значним.



СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Albayrak, T. and Ziarati, R. (2010), Training: Onboard and Simulation Based Familiarisation and Skill Enhancement to Improve the Performance of Seagoing Crew. *International Conference on Human Performance at Sea HPAS 2010, 16th-18th June 2010, Glasgow, Scotland, UK*. Available at https://www.academia.edu/20283570/Training_Onboard_And_Simulation_Based_Familiarisation_And_Skill_Enhancement_To_Improve_The_Performance_Of_Seagoing_Crew.
2. Heikki Koivisto, German de Melo, Taner Albayrak, Gintvile Simkoniene, Artem Ivanov, (2022). Maritime Engine Room Simulator online – MERSol. *MT'22. 9th International Conference on Maritime Transport. June 27-28, 2022, Barcelona, Spain*. Available at https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/369100/OK_35_MERSol_Maritime_Engine_Room_Simulator_on-line_MT22_.docx.pdf?sequence=1.
3. Maritime Engine Room Simulator On-Line application: 2020-1-FI01-KA226-HE-092597. Available at <https://erasmus-plus.ec.europa.eu/projects/search/details/2020-1-FI01-KA226-HE-092597>.
4. IMO model course 2.07 Engine-room simulator, 2017 edition.
5. Image Soft Ltd: Engine room simulation of a research vessel. Available at <https://imagesoft.fi/product/is-engine-room-simulator/>.
6. IMO 2020, The impact of COVID-19 on maritime education and training. Maritime Safety Committee 102nd session, Agenda item 22, MSC 102/INF.25,14 October 2020.
7. Presentation of the Maritime Logistics Research Center's projects at Maritime Network Day 4 November 2021. In the project presentation: MERSol. Available at <https://www.youtube.com/watch?v=CIRvFqW4kGM>.
8. MERSol moodle platform. Available at <https://samkmoodle.samk.fi/enrol/index.php?id=420>