

Tengerhajózási társaságok energetikája és a fenntarthatóság 2024-2025

A környezetvédelem rendkívül fontos célkitűzései érintik a hajózás területét is. A legfrissebb intézkedések, rendeletek áttekintése fontos eleme az intézkedések megvalósításának.

DOI:<https://doi.org/10.24228/KTSZ.2025.2.1>

Kulcsszavak: tengeri hajó, fenntarthatóság, klímasemlegesség, tüzelőanyag, IMO, MEPC, MARPOL, klímasemlegesség, EU MRV, EU ETS, FuelEU Maritime

Negyeliczky János

ny. hajógépészmérnök

e-mail: negyeliczky@gmail.com

1. BEVEZETÉS

A tengerjáróknál a gépüzemet a széléről, illetve a szénrel előállított gőzerőről való áttérés után a huszadik század végéig, szinte kizárólag foszszilis tüzelőanyagú belső égésű motorok látják el energiával. A kőolajszármazékokkal üzemelő dízelmotorok biztosítják a hajó meghajtását és villamos energiáját. Az 1992-ben aláírt ENSZ Éghajlatváltozási Keretegyezménye (UNFCCC) [United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)] által megkövetelt változásokig az IMO is ezt tartotta helyesnek. Ekkor az üvegházhatású gázok [a továbbiakban: ÜHG] kibocsátásának korlátozása miatt az IMO a 2003. december 5-én kelt A.963(23) közgyűlési határozattal, majd a MEPC.304(72) tengeri környezetvédelmi bizottsági határozattal új energetikai stratégiát indított.

Az IMO stratégia kialakítását követve, az átállás lassúságával elégedetlen Európai Unió saját zöldátállási stratégiát alakított ki a tengerhajózás folyamatainak felgyorsítására. Ehhez kapcsolódóan kialakította a FuelEU Maritime [a tengeri hajók tüzelőanyaggal való ellátása az EU-ban] kezdeményezést, illetve az azt kiszolgáló EU MRV [a tengerhajózási eredetű üvegházhatású gázok nyomon követése az EU-ban] és EU ETS [az üvegházhatást okozó gázok kibocsátási egységei EU-n belüli kereskedelmi rendszerének létrehozásáról szóló] előírásokat.

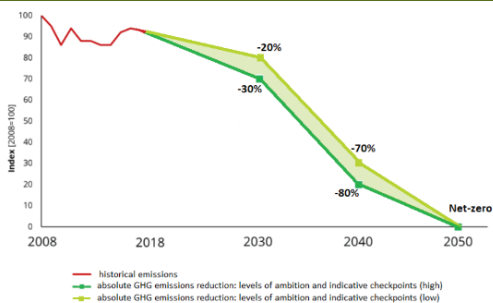
Az IMO és az EU részben párhuzamos munkája a területen kevésbé járatos szakmai köröknek ma már szinte alig-alig értelmezhető, s néha szükségtelen vizsolygással kísért. Ebben szeretnék „gyalogösvényeket vágni”.

2. A FUELEU MARITIME KEZDEMÉNYEZÉS [2]

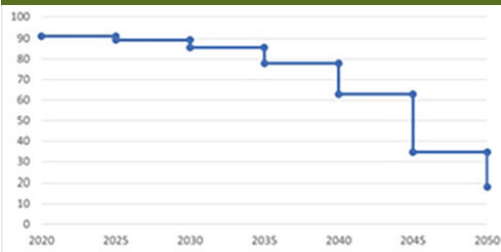
Az a hatalmas volumenű munka, amit a tengeri hajózás teljesít az Európai Unió külkereskedelmében és belső kereskedelmében – a tengeri szállítás a külkereskedelem 75%-ában, míg a belső kereskedelmében 31%-ában érdekelt –, továbbá az, hogy a tengeri utasszállítás 400 millió embert érint, kiemelt figyelmet érdemel. Ugyanakkor a klímasemlegességet hirdető Európai Unió és annak vonatkozó rendeletei, pl. az üvegházhatású-gázok [szén-dioxid (CO₂), metán (CH₄) és dinitrogén-oxid (N₂O)] emissziójának „Fit for 55” csomagja [2030-ra el kellene érni az 1990. évi üvegházhatású gázok kibocsátáscsökkentésének legalább 55%-át kitevő szintet] alapján – bár elismerik, hogy a hajózás a leghatásosabb a zöldátállás szempontjából, de mivel az Unió szállításaiból származó teljes uniós szén-dioxid-kibocsátás mintegy 11%-ért felel – mégis sajátosan, vagy inkább sajnálatosan újabb terhet rónak ki rá. E cél elérésére, illetve az erősödő konkurenciával való küzdelemben már így is megroppanó európai tengerhajózást

„lábon lövé” 2023. szeptember 13-án az EU kidarta a klímasemlegesség megvalósítását célzó, 2025. január 1-jétől alkalmazandó 2023/1805 számú rendeletét [a rendelettel az 5000 BRT-vel a kikötői hajóforgalom 55%-át érintve az ágazat 90%-os szén-dioxid-emisszióra terhelnek kötelezettséget, ezzel messze túlvállalják az IMO-ban a világ többi régiójával szemben az ÜHG-emissziós értéket, s ezt az aránytalanságot a rendelet preambuluma szövegében még el is ismerik].

1. sz. ábra: Az IMO ÜHG stratégiája



2. sz. ábra: A FuelEU Maritime szerinti éves ÜHG-emissziócsökkentés mértéke



A FuelEU Maritime rendelet kihirdetésekor bármely állam lobogóját viselő, minden az Európai Unió területén lévő „port of call”, azaz a hivatalos magyar nyelvű szövegben „útiterv szerinti kikötő”-ből induló, oda érkező, illetve azt bármilyen módon érintő 5000 bruttó tonnátartalmú tengeri hajóra kell alkalmazni [lásd a 2. Cikk (1) bekezdését], kivéve az olyan hajókat:

- amelyek egy 200 000 főnél kevesebb állandó lakossal bíró sziget vagy a spanyol fennhatóság alá tartozó Ceuta, illetve Melilla lakosságát az európai kontinenssel való forgalmát lebonyolító hajókra. Ezekre a hajókra időleges mentesség adható; továbbá

- időleges mentességet adhatnak az Unió tagállamai 2029. december 31-ig egyes útvonalakat és kikötőket az ezen útvonalakon használt energiára való alkalmazás alól, ha az energiát az útiterveknek megfelelően használják fel; és
- a rendelkezéseket nem kell alkalmazni a hadihajókra, a haditengerészeti segédhajókra, a halász- és halfeldolgozó hajókra, a kezdetleges építésű, fából készült hajókra, a mechanikus meghajtás nélküli hajókra, illetve azokra a kormányzat tulajdonában lévő vagy kormányzat által üzemeltetett hajókra, amelyeket kizárólag nem kereskedelmi célra használnak.
- Nem számítanak bele a kikötésekbe a kizárólag bunkerolás, ellátmány átvétele, személyzetváltás, szárazdokkba történő beállítás, a hajó vagy gépészeti berendezéseinek javítása, illetve időjárás viszonyok miatti menedék miatti kikötőhasználatok sem.

A rendelet az üvegházhatású gázok (a továbbiakban: ÜHG) emissziójának a 2050-ig a nulla nettó kibocsátás szintjére való csökkentését (klímasemlegességet) szolgálja. Ezen célt a megújuló és az alacsony kibocsátási szintű tüzelőanyagok használatával, valamint a kikötői parti villamosenergia-táplálással tartja elérhetőnek.

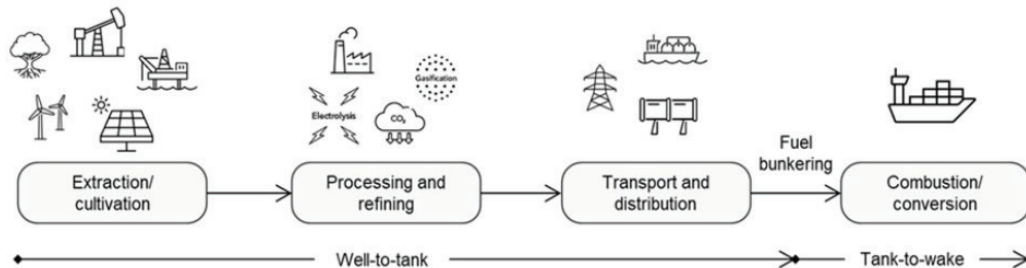
A tengeri hajók „Well-to-Wake” alapú [a kibocsátások kiszámításának módszere], amely figyelembe veszi az energiatermelés, -szállítás, -elosztás, és az elégetést is magában foglaló „az alajkúttól a hajócsavarig” alapú fedélzeti energiafelhasználás ÜHG-vonatkozású hatását [azaz az ÜHG-intenzitást], éves, átlagos üvegházhatásúgáz-intenzitás értékét a rendelet szerint az intenzitás 2. ábrán látható évről évre való csökkentésével kell számítani a $91,16 \text{ gCO}_{2\text{eq}} [\text{MJ}]\text{-onkénti grammban mért szén-dioxid-egyenérték}$ figyelembevételével. Az így létrejött éves tüzelőanyag-felhasználást összegyűjtve egy erre jogosult, akkreditált **hitelesítővel** meg kell vizsgáltatni.

A hajóknál az ÜHG-intenzitás értékét a felhasznált tüzelőanyagra $\text{gCO}_{2\text{eq}}$ -ban kell kiszámítani az $f_{\text{wind}} \times (\text{WtT} + \text{TtW})$ képletből, ahol a WtT a „Well-to-Tank”-intenzitás, míg a TtW a „Tank-to-Wake”-intenzitás [a tüzelőanyag két, szakaszos energiafelhasználási mutatója „az

olajkúttól a hajó tüzelőanyag tartályáig” illetve „a hajó tüzelőanyag tartályától a hajócsavarig” alapján) [az energiafelhasználási mutatók számítási képleteit a rendelet I. mellékletében találjuk].

A FuelEU rendelet rögzíti, hogy a kikötőknek 2030. január 1-ig (de legkésőbb 2035. január 1-ig) kell **partiáram vételezőpontokat** kiépíteni, ahol a kikötőben tartózkodó minden legalább 5000 BRT űrtartalmú konténerszállítót és

3. sz. ábra: Az energiafelhasználási mutató két szakasza



Itt az f_{wind} érték a hajó meghajtásában felhasznált szélenergia használatának „jutalmazó” szorzója.

A tengerjárókat üzemeltetőnek 2024. augusztus 31-ig hajójukat el kellett látni ún. **nyomon követési tervvel** (tartalmát a rendelet 8. cikke tartalmazza) [helyesebb lett volna „monitoring terv”-et írni], amit a fedélzeten felhasznált tüzelőanyagok adatai alapján kell összeállítani és a hitelesítővel kellett 2025. január 1-ig jóváhagyatni. A fedélzeten elvégzett tüzelőanyaggal kapcsolatos tevékenységeket a hajó útiterve szerinti következő EU kikötőben ellenőrizhetik, s a FuelEU adatbázisban rögzítik. A hitelesítő az éves, átlagos FuelEU adatokat a hitelesítést követő év március 31-ig meg kell küldje az üzemeltető hajózási társaságnak, majd a hitelesítő június 30-ig megküldi a 18 hónapig érvényes **FuelEU megfeleléségi dokumentumot** (lásd a rendelet 22. cikkét). A tüzelőanyagokkal kapcsolatos okmányokat (bizonylatokat, számlákat stb.) 5 évig meg kell őrizni.

A FuelEU adatok betartásáért a hajózási társaság a **felelős**. A FuelEU adatokban felfedezett **vétségek** miatt az illetékes hatóságok **bírságot** szabhatnak ki, amelynek rögzített összege az adott hajó villamosenergia-igénye alapján a horgonyon való kikötői tartózkodások napjaira számított 1,5 EUR. A hajó aktuális ÜHG-intenzitásának hiányossága alapján számított bírság VLSO energetikai egyenértékű tüzelőanyag tonnánként 2400 EUR, ill. a meg nem felelő fajtájú energiánál gigajoulonként 58,50 EUR. A lényeg, hogy a kiszabott bírságok jelentősek.

személyhajót a 2 órát meghaladó kikötői tartózkodás idejére partiáram vételezéssel kötelesek üzemeltetni (itt a bírságot is az elmulasztott áramvételezés idejére kell kiszámítani).

A **nembiológiai eredetű, megújuló tüzelőanyagok** [Renewable Fuels of Non-Biological Origin (RFNBO)] használatát a rendelet 2034. január 1-től tartja követendő példának (addig, vagyis 2025. január 1. és 2033. december 31 között az ilyen tüzelőanyagokra az ÜHG-számításokban kétszeres szorzót kell használni; e szorzó nem alkalmazható a partiáram használatára). RFNBO-nak számít az ammónia és a hidrogén használata, amelyek használatát a FuelEU Maritime által érintett hajók 1%-án kell alkalmazni 2034. január 1-ig.

De milyen tüzelőanyagokat és hogyan érint ez a rendelet?

A közelmúltban a Közlekedéstudományi Szemle 2020. LXX. évf. 4. számában a Zalacko Roland – Zöldy Máté – Simongáti Győző által írt „Alternatív tüzelőanyagok alkalmazhatósága a hajózáásban és tüzelőanyag-fogyasztás számítási módszerek” című cikk foglalkozott a tüzelőanyagok témájával, majd én is foglalkoztam ennek a témának néhány aspektusával a Közlekedéstudományi Szemle 2023. LXXIII. évf. 2. számában megjelent „Az 50 éves MARPOL Egyezmény VI. melléklete. Tengerhajózás, levegőszennyezés és éghajlatváltozás” című cikkemben.

Az előbbi szakcikk igyekszik összefoglalni a tüzelőanyagok azon különféle változatait, amelyet a tengerhajózásban a cikk megjelenésekor használtak (az alkalmazott tüzelőanyagok alapspecifikációját az akkor hatályos ISO 8217-2017 nemzetközi szabvány tartalmazta).

Emellett meg kell említeni, hogy a tengerhajózásban a dízelmotorokhoz, illetve kazánokhoz – bár nem reklámozzák – kétféle tüzelőanyagot használnak: az egyik a szabványos, míg a másik az „off spec” [„off specification = szabványon kívüli] megjelölést viseli.

Miért kell kiemelten foglalkozni a szabványos és az „off spec” elkülönítéssel, erre a Lloyds Register of Shipping [2] kiadványa adja meg a választ: Allianz Global Corporate and Speciality (AGCS) jelzi, hogy 2022 májusában háromból egy incidenst (amelyik lehet kisebb üzemzavar, illetve a hajó teljes elvesztésével járó havaria) gépleállás okozott, így valószínűleg joggal állítható – bár ez túlmegy vizsgálataim körén –, miszerint a gépleállások és a rossz minőségű ill. az „off spec” tüzelőanyagok bunkerolása ok-okozati összefüggésben van egymással (amit a rendkívül túkeerős olajtársaságok PR okokból kellően rejtteni igyekeznek). Csak a rend kedvéért ugyanebben a kiadványban az LR szakértők „jelentéséből kiderül, hogy az üzemanyag-beszálítók világszerte 1 és 1,5 millió tonna közötti mennyiségben szállítanak „off spec” tüzelőanyagot a nemzetközi kereskedelemben részt vevő hajóknak, ami persze minőségi vitákhoz vezethet, kiemelve a független tüzelőanyag-tesztelés létfontosságú szerepét”.

2. 1. Tüzelőanyagok

A szabványos tüzelőanyagokat követve a MARPOL 2020. évi változását egy újraszerkesztett szabvány, a „Kőolajból, szintetikus és megújuló forrásokból származó termékek – Tüzelőanyagok (F osztály) – A tengeri hajózásban használt tüzelőanyagok specifikációi” [Products from petroleum, synthetic and renewable sources — Fuels (class F) — Specifications of marine fuels] ISO 8217-2024 nemzetközi szabvány sorolja fel [míg az „off spec” termékek közé tartozik minden termék, ami a kikötőkben bunkerolható, beleértve azokat is, amelyeket a 2024 előtti nemzetközi szabvány szerint (pl. az ISO 8217-2017 nemzetközi szabvány szerint) specifikáltak].

Az ISO 8217-2024 szabványt 2024. május 30-tól használják, ez felváltja az ISO 8217-2017 szabványt. Az új szabvány 1. táblázata tartalmazza a desztillációs és bio-desztillációs tüzelőanyagok felsorolását, úgymint az ISO-F-DMX, DMA, DFA, DMZ, DFZ, DMB és DFB kódjelű tüzelőanyagokat; 2. táblázata tartalmazza a 0,5%-ot meg nem haladó kéntartalmú üledék jellegű tüzelőanyagok felsorolását, úgymint az ISO-F-RME180 és RME380 kódjelű, „Very Low Sulfur Fuel Oil (VLSFO)”-nak [0,5% tömeg alatti kéntartalmú] és az 0,1% alattiak neve „Ultra Low Sulfur Fuel Oil (ULSFO)”-nak [0,5% tömeg alatti kéntartalmú] tüzelőanyagokat; a 3. táblázat tartalmazza a bio-üledék jellegű tüzelőanyagok blendjeit, úgymint az ISO-F-RF20, RF80, RF180, RF380 és RF500 kódjelű tüzelőanyagokat; továbbá a 4. táblázat tartalmazza a 0,5%-ot meghaladó kéntartalmú üledék jellegű tüzelőanyagok, úgymint az ISO-F-RME-180H, RMG380H, RMK500H és RMK700H kódjelű, „High Sulfur Fuel Oil (HSFO)” tüzelőanyagokat.

A tüzelőanyagok specifikációja egyes kódoknál lehetővé teszi akár 100% FAME [azaz biodizelolaj /zsírsav-metilészter = fatty acid methyl ester] hozzáadását. A kódjelben lévő szám az 50°C-on mért viszkozitás mm²/s-ban. A tüzelőanyagok lobbanáspontja minden esetben legalább 60°C, a kénszulfid-tartalom legfeljebb 2,0 mg/kg és a víztartalom az üledék jellegűeknél legfeljebb 0,3 ill. 0,5 térfogat %.

A dízelmotoroknál használt és biodizelt tartalmazó kőolajtermékekhez a motorgyártók fontos ajánlásokat is kiadtak, ilyen pl. a „CIMAC Guideline – Marine-fuels containing FAME; A guideline for shipowners and operators” kiadvány [CIMAC WG 7 Fuels].

2. 2. LNG gáz, mint tüzelőanyag

Az üveghatású gázok fejlesztésének csökkentésére a tengerhajózás egyaránt alkalmaz LNG-t, amelynek fajlagos CO₂ emissziója a hőfejlesztésnél a HFO-val szemben 0,74.

Az LNG olyan, a könnyebb csővezetékes vagy tengeri szállításhoz 1/600-ad részre sűrített földgáz (túlnyomórészt metán, CH₄, némi etánkeverékkel, C₂H₆), amelyet a légköri nyomáshoz közeli folyadékká kondenzáláshoz körülbelül

-160 °C-ra hűtötték le a maximális szállítási nyomáson, kb. 25 kPa-on. A könnyen szállítható LNG-t a gázüzemre alkalmas motorokban (itt a felhasználáskor a nyomása 6 – 8 bar kell legyen) vagy a kettős tüzelőanyagú [dual fuel] motorokban (itt a felhasználáskor a nyomása 2 – 3 bar kell legyen) való felhasználásra a tárolótartályból való kilépés után újra gáz formára kell átalakítsák és fel kell melegíteni.

Az LNG tüzelőanyag hátránya a HFO-val szemben a tárolás térfogatigénye, amely azonos fajlagos hőfejlesztés mellett 1,65 a folyékony tüzelőanyagnál. Hátránya továbbá az ún. „metáncsúsás” [methane slip], vagyis a gáz-nemű tüzelőanyagban lévő metán égés nélküli

„átcsúszása” az égési folyamaton, amely során az átcsúszott metán így maga is üvegházhatású gázszennyezővé válik. A metáncsúsás mértéke a motorterhelés függvényében 54–80% terhelés között 2,3 és 3,0 g/kWh lehet, de mértek 10 g/kWh-t is 25%-os terhelésnél, illetve 21 g/kWh-t 12% terhelésnél [3].

2. 3. Alternatív tüzelőanyagok

Széles körben alkalmazott gázfajta a metán (CH₄), a biodízel, a metanol (CH₃OH), az etanol (C₂H₅OH), a hidrogén (H₂) [beleértve az üzemanyagcellákban való használatát] és az ammónia. Ezek legfontosabb tüzelőanyagkénti tulajdonságait a táblázat tartalmazza ([4] alapján):

	A fajlagos hőfejlesztés egységnyi CO ₂ emissziója [HFO=1]	A fajlagos hőfejlesztés egységnyi térfogatigénye [HFO=1]	Előnyök	Hátrányok
Metán (CH ₄)	0,71 [0 ²] (metáncsúsás nélkül)	1,80	<ul style="list-style-type: none"> A biometán felhasználásnál az IPCC útmutató szerint karbonsemlegesnek számít. Kémiaileg megegyezik az LNG-vel, technológiailag megvalósult, használatban van. Az LNG infrastruktúra használható. 	<ul style="list-style-type: none"> A jelenlegi IPCC útmutatóban nincs olyan kifejezett rendelkezés, amely az újrahasznosított metánt karbonsemlegesként határozná meg
Biodízel	0	1,20 vagy kevesebb	<ul style="list-style-type: none"> A biodízel felhasználásnál az IPCC útmutató szerint karbonsemlegesnek számít. A más tüzelőanyagokkal való elégetése parton kereskedelmi szintű 	<ul style="list-style-type: none"> A tárolási stabilitása technológiai nehézségeket okoz. Más szektorokban való használata miatt a hajózás számára történő beszerezhetősége gondokat okozhat.
Metanol (CH ₃ OH)	0,90 [0 ²]	2,39	<ul style="list-style-type: none"> A biometanol felhasználásnál az IPCC útmutató szerint karbonsemlegesnek számít. A metanolt használó hajók már léteznek. Könnyen kezelhető 	<ul style="list-style-type: none"> A jelenlegi IPCC útmutatóban nincs olyan kifejezett rendelkezés, amely az újrahasznosított metanolt karbonsemlegesként határozná meg. A nagy tüzelőanyag térfogat, mely a HFO kb. 2,4-szerese. Gyújtási nehézségek és a túlzottan megnövekvő gépteljesítmény.
Etanol (C ₂ H ₅ OH)	0,93 [0 ²]	1,79	<ul style="list-style-type: none"> A bioetanol felhasználásnál az IPCC útmutató szerint karbonsemlegesnek számít. A bioetanol termékek már kereskedelmi forgalomban vannak. Könnyen kezelhető. 	<ul style="list-style-type: none"> A jelenlegi IPCC útmutatóban nincs olyan kifejezett rendelkezés, amely az újrahasznosított etanolt karbonsemlegesként határozná meg. Gyújtási nehézségek és a túlzottan megnövekvő gépteljesítmény.

	A fajlagos hőfejlesztés egységnyi CO ₂ emissziója [HFO=1]	A fajlagos hőfejlesztés egységnyi térfogatigénye [HFO=1]	Előnyök	Hátrányok
Hidrogén (H ₂) beleértve annak üzemanyagcellákban való használatát is	0	4,46	<ul style="list-style-type: none"> A fedélzeten nincs CO₂ emisszió. A FuelEU Maritime szerint RFNBO. Kisebb hajókban, csónakokban már használják (hidrogén keverékű tüzelőanyagot égető üzemanyagcellákban) Parti kazánokban és turbinákban már használják. 	<ul style="list-style-type: none"> A nagy tüzelőanyag térfogat, mely a HFO kb. 4,5-szerese, s még így is a tároló-tartály csak 69%-ra tölthető fel³. Műszaki nehézségek a tárolási stabilitásban (folyadékként -253 °C). A kriogén ellátórendszerben legfeljebb 15 napig tárolható³. Stabilitási nehézségek vannak a ship-to-ship bunkerolás során is. Technológiai nehézségek vannak az égés ellenőrzöttségében is.
Ammónia	0 (NO ₂ emisszió nélkül)	2,72	<ul style="list-style-type: none"> A fedélzeten nincs CO₂ emisszió. A FuelEU Maritime szerint RFNBO. Gázturbinákban is használható. 	<ul style="list-style-type: none"> A nagy tüzelőanyag térfogat, mely a HFO kb. 2,7-szerese. NO_x emisszió. NO₂ emisszió (üvegházhatása kb. 300-szorosa a CO₂-énak). Mérgező. Olyan műszaki nehézségek az égetésnél, mint az éghetőség (segéd/pilot/gáz nélkül) és a gépteljesítmény növekedése miatti nehézségek.

¹ A fajlagos hőfejlesztés egységnyi CO₂ emisszióját és az egységnyi tüzelőanyag térfogatigényét (folyékony állapotban) a 40,4 MJ/kg legkisebb égéshőjű, a Cf=3,114 tCO₂/t tüzelőanyag konverziós tényezőjű és 0,94 fajlagos tömegű HFO tüzelőanyag alapján kalkulálták. A kalkulációt a IPCC útmutató és az IMO-nak az EEDI számítási útmutatója alapján végezték el.

² A keletkezett CO₂ emisszió 0-nak (nullának) számít, ha a karbon-újrahasznosított előállított tüzelőanyagokat (mesterségesen előállított tüzelőanyagok a CO₂ leválasztásával, vagy a leválasztással és újrahasznosítással készült tüzelőanyagok) és bioüzemanyagokat égetnek el.

³ International Code of Safety for Ships using Gases or other Low-flashpoint Fuels (IGF Code) [az IMO „Gázokat és más alacsony lobbánáspontú tüzelőanyagokat használó hajók biztonsága tárgyú nemzetközi kódex] szerint.

2. 4. Villamos energia tárolása és a kikötői parti áram használata

A fenntarthatóság egyik legjobb eszköze, hogy a villamos berendezéseket tárolt villamos energiával, akkumulátorokról üzemeltetjük, vagy a parti szennyezőforrások miatt amúgy is túlterhelt nagyvárosok közelében lévő kikötőkben parti áramforrásra kapcsoljuk.

Ezen célok elérésére az IMO Tengerészeti Biztonsági Bizottságának „Generic Guidelines for Developing IMO Goal-Based Standards” című MSC.1/Circ.1394/Rev.2 körlevele alapján az Európai Tengerészeti Biztonsági Hivatala az

európai zöldmegállapodáshoz kapcsolódóan kidolgoztatta az „EMSA (2020), Study on Electrical Energy Storage for Ships: Battery Systems for Maritime Applications – Technology, Sustainability and Safety, DNV-GL 2020” tanulmányt, majd 2022 júniusában, illetve augusztusában a „Shore-Side Electricity , Guidance to Port Authorities and Administrations” című kétrészes útmutatót [ennek első része a berendezésekkel és a technológiával, míg második része a tervezéssel, üzemeltetéssel és a biztonság-gal foglalkozik], továbbá 2023 novemberében az „EMSA Guidance on the Safety of Battery Energy Storage Systems (BESS) on board ships” című útmutatót.

2. 5. Szélenergiával támogatott energetikai rendszerek használata

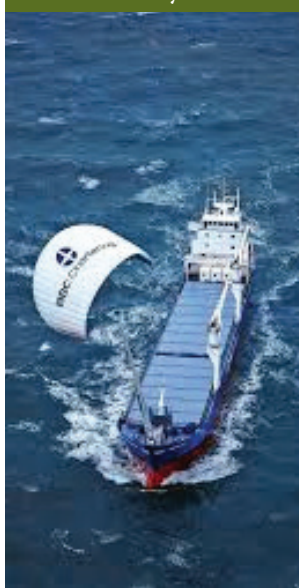
A hajók nyomon követési tervében fel kell tüntetni, ha a hajón szélenergiával támogatott energetikai rendszer működik. A szélenergiával támogatott energetikai rendszer a klímaterheléshez számított főgépteljesítményhez viszonyítottan meghatároz egy bónusz rendszert: amennyiben a szélenergiával megtermelt energia a főgépteljesítmény legalább 5%-a, úgy a bónusz szorzója 0,99; amennyiben 10%, úgy a bónusz szorzója 0,97; illetve amennyiben 15%, úgy a bónusz szorzója 0,95.

Egyik legismertebb formái az ún. skyte technika, a különféle [merev] vitorlarendszerek és a Magnusshatás elvén működő ún. Flettner-rotor.

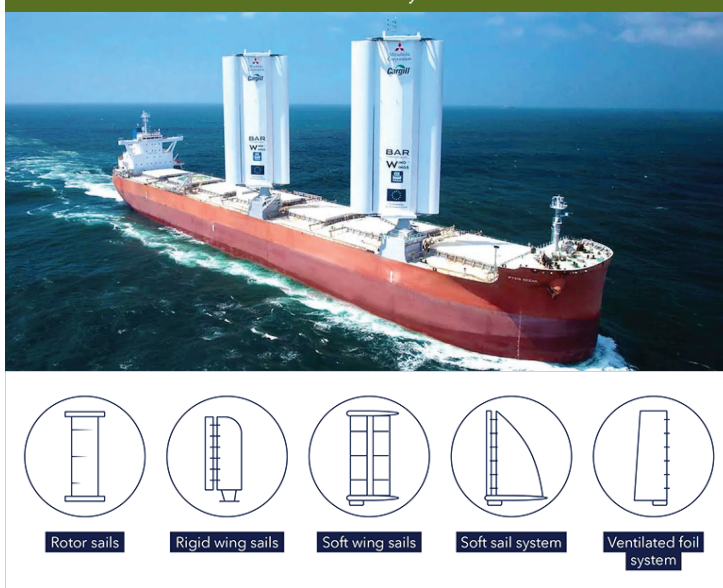
3. AZ EU MRV RENDELET [5]

Az Európai Unió Parlamentje és Tanácsa 2023. május 10-én elfogadta az (EU) 2023/957 számú rendeletét, amellyel a 2015/757 számú rendelet módosítása útján a tengerhajózás tevékenységét bevonta a kibocsátáskereskedelmi tevékenységbe, valamint az ÜHG-emisszió nyomon követését, jelentését és hitelesítését rendelte el. A rendelet 2023. június 5-én lépett hatályba, ezt követően az 5000 bruttó tonnatartalmú és annál nagyobb hajókra az utolsó útiterv szerinti kikötőtől egy tagállami kikötőbe tartó útja során vagy egy tagállami kikötőtől a következő útiterv szerinti kikötőbe tartó útja során, illetve a tagállami kikötők közötti útja során az ÜHG-emisszióra alkalmazni kell a 2015/757 számú

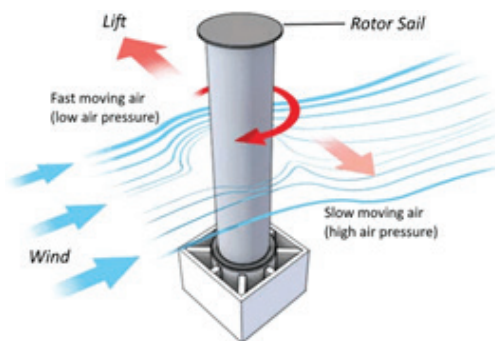
4. sz. ábra: A skyte technika



5. sz. ábra: Különböző DNV által ajánlott vitorlarendszerek



6. sz. ábra: A Magnusshatás a Flettner-rotoron



7. sz. ábra: Flettner-rotoros hajó



rendeletet. A rendeletet 2025. január 1-jét követően már a legalább 400 bruttó tonnataralmú áruszállító és off-shore hajókra is alkalmazni kell.

A hajózási társaságoknak minden, a rendelet hatálya alá tartozó hajójukra és magára a társaságra vonatkozóan formanyomtatványokon alapuló szabványosított nyomon követési tervet kell készíteni, és számítógépes rendszerük útján minden év január 1-től december 31-ig terjedő időszakra benyújtani. A nyomon követési tervet ellenőrzésre egy akkreditált hitelesítőnek be kell nyújtani, majd a hitelesítő értékelésével azt vizsgálóbizottsági eljáráshoz is be kell nyújtani a felelős igazgatási hatóságnak. A nyomon követési tervet a vonatkozó eljárási szabályok szerint az igazgatás négy hónapon belül el kell bírálja. Ezt az eljárást a Európai Biztonság által 2023. október 1-ig elfogadott rendben előbb a szén-dioxid-emisszió (2024. április 1-ig), majd a metán (2025. június 16-ig), ill. a dinitrogén-oxid vonatkozásában (2025. június 16-ig) is végre kell hajtani.

A hajózási társaságok minden hajójukra és magára a társaságra 2025-től kezdve a következő év február 28 és március 31 között a számítógépes rendszerük útján előírt formátumú kibocsátási jelentést köteles küldeni. Azokra a hajókra, amelyek nem felelnek meg az ÜHG-emissziós elvárásoknak, s ezt ismételtelen sem tudják teljesíteni, az Európai Tengerészeti Biztonsági Ügynökség (EMSA) olyan kitiltó határozatot hozhat, hogy a hajó nem éríthet uniós vizeket. Erről a határozatról az EMSA értesíti a hajó által rendszeresen látogatott kikötők illetékeseit. Ez a határozat csak érvényes nyomon követési terv benyújtásával szüntethető meg.

Ez a rendelet összhangban van az IMO által 2016-ban létrehozott globális adatgyűjtési rendszerrel, továbbá a környezetszennyezés megelőzéséről szóló nemzetközi szabályzat által előírt valamennyi kötelezettséget és felelősséget a hajózási társaságokra, illetve azokra a szervezetekre, ill. személyekre hárítja, amelyek a hajótulajdonostól átvállalták a hajó üzemeltetésének felelősségét.

4. AZ EU ETS RENDELET [6]

A hajóból származó kibocsátás többek között függ a hajótulajdonos által hozott, a hajó energiahatékonyságára vonatkozó intézkedésektől, valamint az üzemanyagtól, a szállított

rakománytól, az útvonaltól és a hajó sebességétől, amelyek a hajótulajdonostól eltérő szervezet ellenőrzése alatt állhatnak, így pl. az üzemanyag vásárlásával vagy az üzemeltetési döntések meghozatalával kapcsolatos felelősséget a hajózási társaságtól eltérő szervezet is átvállalhatja. A „szennyező fizet” elvvel összhangban, valamint a hatékonysági intézkedések elfogadásának és a tisztább üzemanyagok elterjedésének ösztönzése érdekében a hajózási társaságnak jogosultnak kell lennie arra, hogy az ebből eredő költségeit visszatérítsék. E célt szolgálja ez a rendelet.

A jelentős mennyiségű fosszilis tüzelőanyagot használók az EU ETS nyomon követési kötelezettségeinek hatálya alá tartoznak, így ide tartozónak minősülnek „Az (EU) 2015/757 rendelet hatálya alá tartozó tengeri közlekedési tevékenységek, az említett rendelet 2. cikke (1a) bekezdésének és 2026. december 31-ig 2. cikke (1b) bekezdésének hatálya alá tartozó tengeri közlekedési tevékenységek kivételével” a szén-dioxid vonatkozásában [2026. január 1-jétől már a metán és a dinitrogén-oxid tekintetében]. Vagyis a rendelet ÜHG-emisszió vonatkozásában alkalmazásra kerül 2025. január 1-jétől minden legalább 400 BRT űrtartalmú, nyomon követés alá vont tengeri hajóra, ha az útterve szerint EU kikötőbe behajózik, vagy onnan elhajózik.

Az EU ETS rendelet a következők szerint fedi le az ÜHG-emissziót:

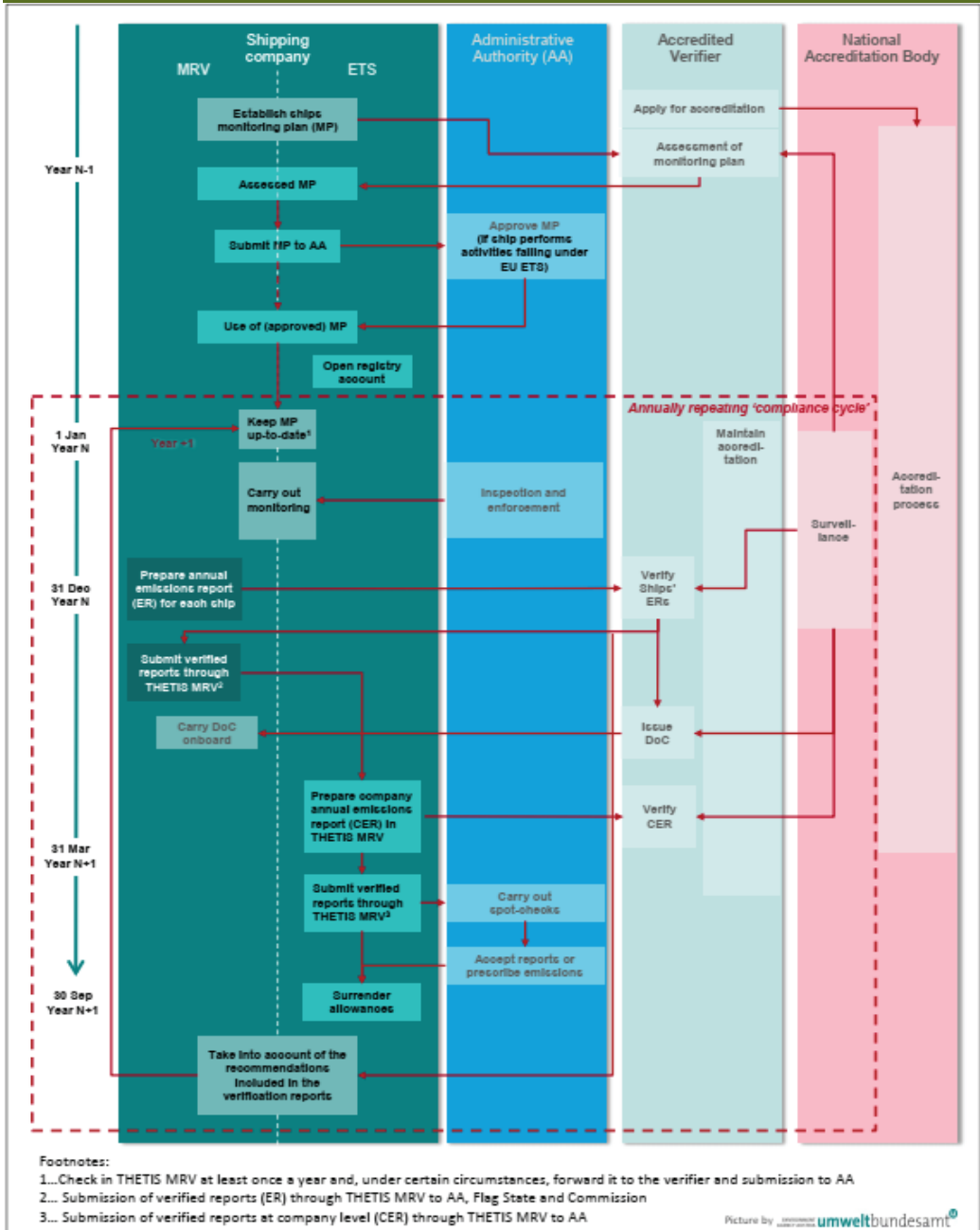
- 100%-ban az egyik EU tagállam kikötőjéből a másik tagállam kikötőjébe (pl. a Hamburgból Marseille-be, vagy a Marseille-ből Hamburgba) teljesített utakat;
- 100%-ban az azonos EU tagállamban lévő kikötőn (pl. Antwerpenen) belüli forgalmat bonyolító hajó emisszióját, mint amilyen a kikötőben a leköttöről a rakparthoz való átállítás; és
- 50%-ban az EU tagállamban lévő kikötőbe vagy onnan indulva (pl. Sanghajból Rotterdamba, vagy Rotterdamból Sanghajba) teljesített úton a hajóból kibocsátott károsanyagoknál.

A rendelet értelmében az üvegházhatású gázt a kibocsátott érték szempontjából az ún. kvótakereskedelem körébe vonják, vagyis

- 2025-ben a 2024-ben jelentett (nyomon követett) emisszió mennyiségének 40%-áig,
- 2026-ban a 2025-ben jelentett emisszió mennyiségének 70%-áig,
- 2027-től az előző évben jelentett emisszió mennyiségének 100%-áig

szabadon felhasználható, illetve a fel nem használt kibocsátás szabadon értékesíthető más felhasználó szabályozott keretek közötti felhasználására [a hajózási társaságok közötti adás-vételben vagy a kibocsátáskereskedelem-ben érdekelt tőzsdék aukciója keretében].

8. sz. ábra: Az EU MRV és az EU ETS rendeletének egyidejű használata a hajózási társaságok számára [7]



Az érintett emisszió mennyiségének értéke a rendeletben nem szabályozott.

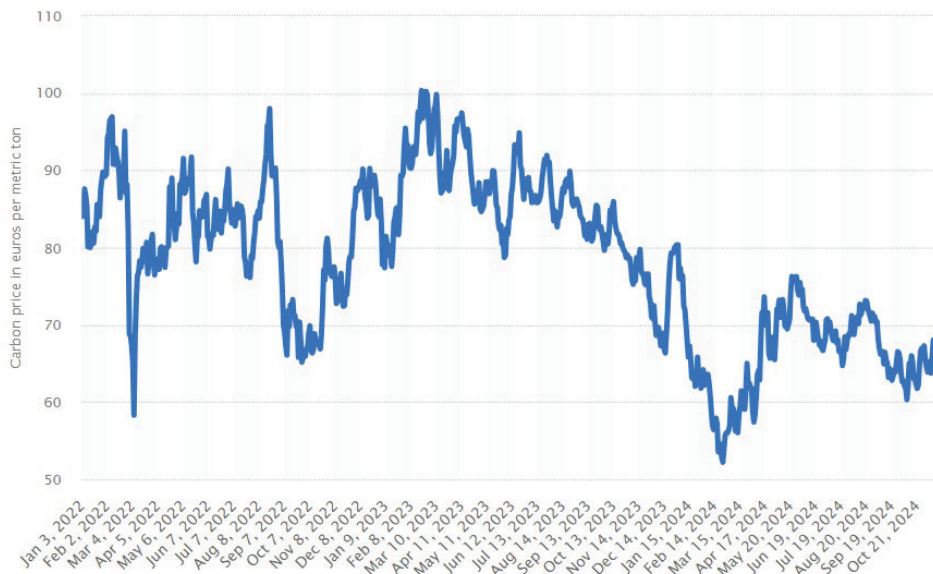
Az EU ETS-ben forgalmazott kibocsátási egységek (EUA) ára a tőzsdei forgalomban 2023 februárjában rekordmagasságot, 100,34 eurót ért el metrikus szén-dioxid- tonnánként. Bár az EUA 2018-as reformja óta az átlagos éves EUA-árak jelentősen emelkedtek, ma mégis 70 EUR ár körül stabilizálódnak.

A FuelEU Maritime, továbbá az EU MRV és az EU ETS rendeletek végrehajtását ajánlatos a következő időrendben végezni:

- legkésőbb 2026. március 30-ig a megnevezett hitelesítőnek a 2025 során gyűjtött adatokat hitelesítenie kell.
- az EU ETS hatálya alá tartozó hajókra az EUA kezelésére tengerhajózási üzemeltetői számlát [**Marine Operator Holding Account (MOHA)**] kell nyitni az EUA követelések kezelésére.

2021 és 2030 között a kibocsátási egységek teljes mennyiségének 2%-át árverésre kell bocsátani, a befolyt értékből a szegényebb EU tagállamok fejlesztési céljaira egy energiahaté-

9. sz. ábra: A napi tőzsdei kereskedelmi ár 2020-2024 (EUR/CO₂e tonna)



- legkésőbb 2024. december 31-ig el kell készíteni az MRV előírásoknak megfelelő nyomon követési tervet [monitoring plan], amelynek során meg kell győződni arról, hogy a CO₂, a CH₄ és az N₂O ÜHG-emisszióra vonatkozó kibocsátási és később csökkentési előírásokat kielégítettük;
- az első EEA [Európai Gazdasági Térség, vagyis az EU tagállamok, Izland, Liechtenstein és Norvégia] kikötőben való látogatást követő legfeljebb 3 hónapon belül a kikötő igazgatóságának be kell nyújtani az akkreditált hitelesítő által megvizsgált és megfelelőnek talált monitoring tervet a hitelesítő jóváhagyó dokumentumával együtt;
- 2025. január 1-jén meg kell kezdeni a monitoring terv szerinti emissziós dokumentumok és adatok gyűjtését;

konyság javítását célzó **Modernizációs Alapot** kell létrehozni. Az árverési összeg később 2,5%-ra módosult.

Az EU ETS továbbfejlesztése céljából nem kizárt, hogy a tengerhajózás segítségével az Unióba beszállított kereskedelmi árukat a karbonsemlegesség irányába ható fejlesztési célokra szolgáló ún. **karbonvám** [rendszerük a „**Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM)**” néven vált ismerté] is sújtaná. A karbonvám az új klímapolitika (Fit for 55 csomag) sarokköve lett volna, de ezt „CBAM” vámot kizárólag az EU ETS rendelet preambuluma említi.

10. sz. ábra: Az ÜHG-vonatkozású szabályozások ütemezése (az IMO és az EU szabályozások párhuzamos időzítése) [8]



5. KONKLÚZIÓK

Amennyiben az európai tengerésztársadalom, a „**blue economy**” az európai zöldátállást, vagyis az ENSZ felmelegedésnek 2050-ig a 1,5 °C-on belül való tartására vonatkozó törekvését az Európai Unió szabályozását követve valósítaná meg, úgy megvalósulna, hogy a fenntarthatóságban követett „a szennyező fizet” alapelv sikeresen átalakulna „a fogyasztó fizet” elvé. Az olyan európai hosszú ellátási láncok, mint a kínai áruk behozatalát terhelő fuvardíjtöbblet a környezetvédelmi „surcharge”-on át minden európai fogyasztót **erőn felül megterhelne**. Ezt a többletet csak az EU-n kívüli kikötőkön át érkező és onnan (pl. a Balkánon át, vagyis a drágának tartott kínai kölcsönrel megvalósított Belgrád–Budapest vasútvonalon át) beérkező kínai importtal lehetne ellensúlyozni. De tudná-e a kínai (állami) tulajdonú hajózással létesülő „tengeri selyemút”, vagy egy Oroszországon át létesült vasúti (konténeres) „selyemút” áruszállítása az észak-európai dömpingkikötők (Hamburg, Bréma, Amszterdam/Antwerpen ill. Le Havre) kényszerű árfelhajtó hatását ellensúlyozni?

Egyetértve a „Clean Maritime Fuels Platform”-mal és a Draghi jelentéssel a tengerhajózás 2050-re való zöldátállásával rendkívüli gondok vannak: 2031 és 2050 között évi 40 milliárd EUR-ra lenne szükség, ami a szállítási költségek újabb irdatlan megrághatóságát hozná.

S ha a Nemzetközi Hajózási Kamara (ICS) szakértői szerint egyetlen tüzelőanyag sem képes a jelenlegi fosszilis tüzelőanyagokat (főként a HFO gázolajat) helyettesíteni, így a klímasemlegesség (Net-Zero) eléréséhez a

biotüzelőanyagok, az e-tüzelőanyagok, a földgáz és a hidrogén származékok (mint az ammónia és a metanol) mixét kell majd az európai tengerhajózás, illetve az Európát is érintő tengeri hajók tüzelőanyagként felhasználni. Így mi az értelme a nagy tüzelőanyag-felhasználó tengerhajózás zöldátállásának, a „Net-Zero”-nak? Az eredmény csak egy hatalmas bürokrácia útján lehetővé váló, kevésbé szennyezett kikötő környéki levegő, de mindenki számára méreg drágán.

Érdeemes lenne átgondolni, hogy van-e létjogosultsága az így megvalósuló bürokratikus rendszerben egy ilyen alapokon álló zöldítésnek, vagy csak lassítani kellene ezt a már így is elnyúló „Net-Zero” folyamatot. Nem volna-e célravezetőbb az IMO által kínált, lassabb zöldítés?

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Review of maritime transport 2024, United Nations publication issued by the United Nations Conference on Trade and Development, New York, 2024 [letöltve a Webről]
- [2] A megújuló és alacsony kibocsátású tüzelőanyagok tengeri szállításban való alkalmazásáról, valamint a (EU) 2009/16/EK irányelv módosításáról szóló 2023. szeptember 13-én kelt (EU) 2023/1805 számú Európai Parlamenti és az EU Tanácsi rendelet. Az Európai Unió Hivatalos Lapjának 2023.9.22-én kelt L234 száma, pp. 48-100.
- [3] [5] N. Kuittinen, P. Koponen, H. Vesala, K. Lehtoranta: Methane slip and other emissions from newbuild LNG engine

under real-world operation of a state-of-the-art cruise ship, Atmospheric Environment; Volume 23, August 2024. [letöltve a Webről] <https://doi.org/10.1016/j.aea-oa.2024.100285>

- [4] Roadmap to Zero Emission from International Shipping - Shipping Zero Emission Project, Japan Ship Technology Association, Tokio, 2020. [letöltve a Webről]
- [5] Az (EU) 2015/757 rendeletnek a tengeri közlekedési tevékenységek uniós kibocsátáskereskedelmi rendszerbe történő bevonását, valamint további üvegházhatásúgáz-kibocsátások és további hajótípusokból származó kibocsátások nyomon követését, jelentését és hitelesítését célzó módosításáról szóló 2023. május 10-én kelt (EU) 2023/957 számú Európai Parlamenti és az EU Tanácsi rendelet. Az Európai Unió Hivatalos Lapjának 2023.5.16-én kelt L130 száma, pp. 105-114.
- [6] Az üvegházhatást okozó gázok kibocsátási egységei Unión belüli kereskedelmi rendszerének létrehozásáról szóló 2003/87/EK irányelv, valamint az üvegházhatású gázok uniós kibocsátáskereskedelmi rendszeréhez piaci stabilizációs tartalék létrehozásáról és működtetéséről szóló (EU) 2015/1814 határozat módosításáról szóló 2023. május 10-én kelt (EU) 2023/959 számú Európai Parlamenti és az EU Tanácsi irányelv. Az Európai Unió Hivatalos Lapjának 2023.5.16-én kelt L130 száma, pp. 134-202.
- [7] FAQ - Maritime transport in EU Emissions Trading System (ETS) [https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-shipping-sector/faq-maritime-transport-eu-emissions-trading-system-ets_en]
- [8] [4] Roadmap to Zero Emission from International Shipping - Shipping Zero Emission Project, Japan Ship Technology Association, Tokio, 2020.



Energetics and sustainability of shipping companies 2024-2025

Keywords: maritime vessel, sustainability, climate neutrality, fuel, IMO, MEPC, MARPOL, climate neutrality, EU MRV, EU ETS, FuelEU Maritimer

According to UNCTAD data, in 2024 the world fleet of vessels over 100 tonnes gross tonnage consists of 108,789 vessels with a dead weight of 2,353,899 thousand tonnes. The average age of these ships is 12.5 years, with a 2% increase in the number of ships over 22.4 years old compared to 2023 [1], meaning that the proportion of the World fleet that is not up to date in terms of greenhouse gas emissions has increased significantly. Against this backdrop, the International Maritime Organisation (IMO) and the European Union (EU), under pressure from environmentalists, need to make a green transition for shipping.

