

A TENGERI HAJÓKON KELETKEZŐ HULLADÉK ÖSSZETÉTELE

COMPOSITION OF WASTE FROM SEAGOING SHIPS

KÁRI-HORVÁTH ATTILA – LANTOS ZSOLT – SZTANCSEK ÁKOS –
KRISTÓF GÁBOR

kari-horvath.attila@uni-mate.hu

Összefoglalás

A hajózásban nagy figyelmet fordítanak a környezetterhelés csökkentésére. Ez annál is inkább indokolt, mivel manapság a legelterjedtebb hajó üzemanyag, az ún. nehézelaj, mely 3500-szor több ként tartalmaz, mint a hagyományos dízel üzemanyag. Ennek megfelelően ma már van olyan üzemben álló úszó szálloda a világon, mely LNG zöld üzemanyagot használ. Jelen cikkünkben megpróbáljuk összegyűjteni a témához erősen kapcsolódó irodalmakat, hogy majd egy későbbi munkánk során kidolgozzuk a részletes technológiát e hulladékok ártalmatlanítására.

Kulcsszavak: hajón keletkező hulladék, hulladékhasznosítás, MARPOL egyezmény, szennyvíz, ártalmatlanítás

JEL kód: Q53

Abstract

In shipping, great attention is paid to reducing environmental impacts. This is all the more justified as the most common marine fuel today is heavy fuel oil, which contains 3,500 times more sulphur than conventional diesel fuel. Accordingly, there are now floating hotels in worldwide that use LNG as a green fuel. In this article, we will try to gather literature strongly related to this topic to develop a detailed technology for disposing of these wastes in a later work.

Keywords: ship-generated waste, waste recovery, MARPOL convention, sewage, disposal

Bevezetés

Az EMSA segíti az Európai Bizottságot a hajókon keletkező hulladékok és rakománymaradványok kikötői befogadó létesítményeiről szóló 2000/59/EK irányelv (National Research Council, 1995) esetleges felülvizsgálatának munkájában, amelyet PRF-irányelvnek is neveznek. A PRF tulajdonképpen az ISO/PRF TR 14069 alapján az „Üvegházhatású gázok – Követelmények üvegházhatású gázok hitelesítését vagy tanúsítását végző szervezeteknek akkreditálásra vagy más módon elismerés „-re szolgáló irányelv.

Az egyik felvetett kérdés a hajók fedélzetén található ott keletkező hulladék (SGW) mennyisége és kezelése. Az ezzel kapcsolatos szakirodalom elavult, és nem tükrözi a hulladékkezelés és -kezelés új fejleményeit.

Az utazás során keletkező hulladékok mennyiségéről, a hajók fedélzetén lévő hulladékkezelési gyakorlatokról és a kikötőkben kibocsátott hulladékokról szóló megfelelő információk segítenék a szabályozókat, kikötőket és hulladékkezelőket a hulladék fogadásának és szállításának megtervezésében.

A tengeri hajón keletkező hulladékok fajtái

Olajos fenékvíz

A fenékvíz olyan folyadékok keveréke, amelyeket egy hajó fenekében gyűjtenek össze. Édesvíz, tengervíz, olaj, iszap, vegyi anyagok és különféle egyéb folyadékok keverékéből áll össze, melyeket a vízházba vezetnek. A tengervíz és az édesvíz a fedélzeti vízelvezetés, a csővezetékek szivárgása, a szivattyú és a szelepek szivárgása miatt a géptérből a fedélzeti vízkúthoz juthat.

A fenékvíz kondenzáció, szivárgás és tisztítás révén keletkezik. Általános szabály, hogy a fenékvíz a gépházból származó olajat tartalmaz; innen ered az „olajos fenékvíz” kifejezés. Minden hajó olajos fenékvízzel rendelkezik, bár a szabadidős hajók esetében ennek mennyisége minimális. (MEPC, 2006)

A fenékválasztó technológiák az elmúlt években fejlődtek az olajos fenékvízkezelés hatékonyságának javítása érdekében. Az amerikai parti őrség által tesztelt fenékválasztók többsége olyan kezelőrendszer volt, amely gravitációt kombinált olaj-víz szeparátor (OWS) vagy centrifuga egy vagy több olyan kiegészítő művelettel, amelyek tisztítják a fenékvíz elfolyó vizet az emulgeált olaj koncentrációjának csökkentése érdekében (EPA, 2008). Annak ellenére, hogy számos technológia létezik a víz és az olaj elválasztására, mint például az abszorpció/adszorpció, a biológiai kezelés, a koaguláció/flokkuláció, a flotáció és a membránok, a hajóellenőrzések során a leggyakrabban használt technológia az olaj és a víz közötti sűrűségkülönbségeken alapul. Ez a fajta kezelés 65–85 %-kal csökkentheti a fenékvíz mennyiségét.

A MARPOL szabályozta, hogy minden 400 bruttó tonna (GT) feletti hajó fedélzetén olyan berendezést kell felszerelni, amely korlátozza az olaj óceánokba történő kibocsátását 15 ppm-re, amikor egy hajó útközben van. Olajtartalom -figyelővel (OCM) és fenékvészjelzővel is rendelkezniük kell annak megállapítására, hogy a kezelt fenékvíz minősége megfelel-e a kibocsátási követelményeknek. A rendszer egy háromutas szelepből áll, amely lehetővé teszi a kezelt fenékvíz fedélzeti visszatartását abban az esetben, ha a kibocsátás nem felel meg a követelményeknek.

Az olajos fenékvizet összegyűjtik egy tárolótartályban (olajos fenéktartály), és vagy közvetlenül a kikötői befogadó létesítménybe helyezik, vagy gyakrabban kezelik OWS-ben. A tiszta vizet általában a tengerbe engedik. Az olaj/víz elválasztóból származó olajfrakciót általában egy hulladékolaj vagy iszap tartályba vezetik, és így kezelik. (ENVIRONMENTAL BOARD, 2015) (DARRAH et al., 2016)

A jachtok esetében az olajos hulladék csak a kenőolajból származik, mely a generátor és a főmotor üzemidejétől függ. A bejelentett olajos fenékvíz mennyiségek hulladéktípusonként és kikötőnként eltérőek. Egy átlagos hajó havonta 20 m³ olajos fenékvizet termel. (EC, 2000. Directive 2000/59/EC)

Az olajos fenékvíz esetében egy tipikusan nagy tengerjáró hajó átlagosan napi 8 tonnát termel. Egy közepes méretű, 3000 fős tengerjáró hajó 95 m³ olajos fenékvizet állít elő egy hét alatt, ami napi 13,5 m³-nek felel meg. (DARRAH et al., 2016)

Az olajos fenékvíz keletkezése számos tényezőtől függ, beleértve a hajó méretét, a motortér kialakítását és a motor korát. A napi mennyiség 0,01 és 13 m³ között változott.

Olajos maradék (iszap)

Az olajmaradvány (iszap) az üzemanyag vagy kenőolaj tisztításából, vagy az olajvízleválasztókból, olajsűrítő berendezésekből vagy csepegtető tálcákban összegyűjtött olajból, valamint a hidraulikus és kenőolajok hulladékából származó hulladék. (IMO, 2006d)

Az iszap az olajon vagy az üzemanyagon kívül gyakran tartalmaz vizet, kátrányt, aszfaltot és egyéb szennyező anyagokat (oldható és oldhatatlan anyagokat egyaránt).

Az iszapot általában üzemanyag- vagy kenőolajtisztítóban állítják elő, amely centrifugálja az üzemanyagot, hogy elválassza ezeket a szennyeződéseket. Ennek célja a motor alkatrészeinek károsodásának megelőzése, a kopás csökkentése és az üzemanyag égésének javítása. Rendszeres időközönként a keletkező iszapot leeresztik. A szivárgásokból, a tartálytisztításokból származó üzemanyagot és bizonyos esetekben az olaj/víz elválasztóból származó olajfrakciót iszapként kezelik.

Az olajos maradékok kezelhetők a fedélzeten úgy, hogy tartályban tartják őket, majd eljuttatják a PRF-hez, vagy kezelhetők a fedélzeten. Az olajos iszap kezelésére leggyakrabban használt technológia az égető. Az égetés előtt gyakran melegítő rendszert (párologtatót) használnak az iszap vízfrakciójának elpárologtatására. Bizonyos esetekben az elpárologtatót is csak az iszap mennyiségének csökkentésére használják.

A hajó üzemeltetése során keletkező hulladékok és egyéb, a fedélzeten keletkező hulladékok égetésére szánt hajóégetők szabványos előírása kiterjed a 4000 kW-ig terjedő égetők tervezésére, gyártására, teljesítményére, üzemeltetésére és tesztelésére. Az égetőművek típusjövahagyására vonatkozó szabványt nemrégiben felülvizsgálták és megújították (MEPC, 2012. Annex 24).

Az iszapot általában egy iszaptartályban, hulladék üzemanyagtartályban, hulladékolaj -tartályban vagy kenőolaj- vagy fűtőolaj -leeresztő tartályban gyűjtik össze. Ezután közvetlenül a tartályból átvihető egy kikötői fogadó létesítménybe. Más esetekben a mennyiséget egy párologtatóban csökkentik, amely elpárologtatja az iszaptól a vizet. A fedélzeten is elégethető, ebben az esetben az égető hamvait egy PRF-hez szállítják. A legtöbb esetben az iszapot egy iszaptartályban tárolják, mielőtt a kikötőben lévő PRF-be szállítják. Néha az iszapot és az olajos fenékvizet egy tartályban tárolják a szállítás előtt.

A kenőolajból származó iszap mennyisége a kenőolaj típusától és a kenőolaj -fogyasztástól függ. Általában több nagyságrenddel kevesebb, mint az üzemanyag olajmaradványai. Az automatikus kenési rendszer révén 70%-kal csökkenthető a használatuk. (NEA; PM Group, 2009)

Az olajos iszap az üzemanyagfogyasztásból származó maradék hulladék. Az olajos iszap kezelése elpárologtatással és/vagy égetéssel érhető el. Az iszap nagy részét tárolják és ártalmatlanítják PRF-nél kezelés nélkül. Az olajos iszapvíz keletkezése számos tényezőtől függ, beleértve az üzemanyag típusát és mennyiségét. A hajók 0,01-0,03 m³ iszapot termelnek.

A párologás akár 75%-kal, míg a fennmaradó iszap elégetése 99%-kal csökkentheti az iszap mennyiségét.

Olajos tartálymosás

Az olajszállító tartálykocsikban lévő rakománytartályokat meg kell tisztítani, mielőtt új rakományt raknak bele, amennyiben az nem kompatibilis az előző rakománnyal, vagy szárazdokkolás előtt.

Általában, ha könnyebb olajat töltenek a nehezebb olaj után, a tartályt meg kell tisztítani.

A tartálytisztítást elvégezhetjük nyersolajjal (nyersolajmosás vagy COW), tengervízzel vagy friss vízzel és tisztítószerekkel történő permetezéssel. Előbbi nem termel hulladékot, mert a maradványokat hasznos rakománnyá alakítják át.

Az olajtartályok mosása során hulladék keletkezik, amikor az olajtartályokat vízzel tisztítják. Ezek olaj, víz és diszpergálószer keveréke.

A tartályok tisztítása után az olajszállító tartályhajók mosófolyadékot a maradék tartályban tárolják. A generálás után és ha az út elég hosszú, a tartályban lévő csapdáknál, és a vízfrakció ellenőrzött módon a tengerbe kerül, míg az olajos frakciót a PRF-hez szállítják.

A MARPOL 1. mellékletének 34. szabálya lehetővé teszi az ellenőrzött kirakodást, ha a hajóút közben van, nem egy különleges területen, és több mint 50 tengeri mérföldre a parttól. A vízfrakció tengeri mérföldenként legfeljebb 30 liter térfogatú. Ha a hajó olajkibocsátásellenőrző rendszerrel (ODMCS) és lejtős tartállyal rendelkezik, nincs szükség további szabály betartására a tengeren történő kibocsátáshoz. A fenékvíznek a tengerbe történő kibocsátásával ellentétben nincs szükség ppm-es határértékekre a leülepedett lejtők elvezetésére, és ezért általában nem használnak olajvíz elválasztókat. A tengerbe kibocsátott olaj teljes mennyisége nem haladhatja meg a rakomány teljes mennyiségének 1/30000-ét.

Más esetekben, például ha az út nem elég hosszú ahhoz, hogy a lejtők leülepedjenek, a tárolótartály tartalmát az olaj- és vízfrakciók elválasztása nélkül szállítják a PRF-hez.

A keletkező lejtők mennyisége számos tényezőtől függ, beleértve a tartálytisztítások számát és a tartályok méretét. A mennyiség 60 és 500 m³ között mozog egy hajó esetében, és a tartályonkénti rakodási kapacitás 2 %-áig. (NEA; PM Group, 2009)

Szennyvíz

Ezt a részt azért is tárgyaljuk egy kicsit hosszabban, hiszen a későbbi feladatnál e csoport képezi majd a megsemmisítés tárgyát. A szennyvíz a WC-k és piszoárok bármilyen formájából származó vízvezetés és egyéb hulladék. Ugyancsak szennyvíznek minősül a vízvezetés az orvosi helyiségekből (rendelő, betegszoba, stb.) az ilyen helyiségekben található mosdókon, mosdókádakon és lehúzón keresztül; vízvezetés élő állatokat tartalmazó terekből; vagy más szennyvizek, ha összekeverik a fent meghatározott csatornákkal. (IMO, 2006a) Ezt általában „fekete víznek” nevezik. Nem tartalmazza a szürke vizet, amely a mosogatógépből, zuhanyzókból, mosodából, fürdőkádból és mosdókagylóból keletkező lefolyó. (MEPC, 2011. Resolution MEPC 201(62))

A MARPOL IV értelmében tilos a szennyvizet a tengerbe juttatni, kivéve, ha a hajón engedélyezett szennyvíztisztító üzem működik, vagy ha a hajó az aprított és fertőtlenített szennyvizet egy jóváhagyott rendszer segítségével üríti ki a szárazföldről több mint három tengeri mérföld távolságra. A nem aprított vagy fertőtlenített szennyvizet a legközelebbi szárazföldről 12 tengeri mérföldnél távolabb lehet leereszteni.

A Balti-tengeren belül, a MARPOL IV. melléklete szerinti különleges terület, a személyszállító hajók szennyvizeinek kibocsátása csak akkor engedélyezett, ha a hajó rendelkezik egy jóváhagyott szennyvíztisztítóval, amely megfelel a nitrogén- és foszfor-eltávolítási előírásoknak, és amelyet az adminisztráció tanúsított.

A tartály méretének figyelembe kell vennie az összes szennyvíz visszatartásának kapacitását, a hajó működését, a fedélzeten tartózkodó személyek számát és egyéb releváns tényezőket. A tárolótartálynak rendelkeznie kell olyan eszközökkel, melyek annak tartalmát vizuálisan jelzi.

A jóváhagyott szennyvíztisztító és -fertőtlenítő rendszert használó hajót fel kell szerelni a szennyvíz ideiglenes tárolására alkalmas eszközökkel, abban az esetben, ha a hajó 3 tengeri mérföldnél kevesebb távolságra van a legközelebbi szárazföldről, így a kikötés nem megoldható. Ez a típusú fedélzeti kezelőrendszer fizikai/kémiai alapú rendszert használ, amely a szennyvíz méretének csökkentésére és a klórozásra épül.

Többféle jóváhagyott szennyvíztisztító telep létezik. A leggyakoribb egy fedélzeti kezelőrendszer, amely biológiai vagy aerob emésztésen alapuló rendszert használ (tehát az elsődleges és másodlagos kezelés keveréke), amely három részből áll. Az első kamra hasonló a hagyományos szepikus tartályokhoz, ahol a szilárd anyagok leülepednek az aljára, és a söpredék felfelé úszik. A második rekeszben, a levegőztetőkamrában a részben tisztított szennyvizet levegővel keverik, hogy segítse a baktériumokat a szilárd anyagok további lebontásában. A harmadik rekeszben a szilárd anyagok további ülepedését végezzük és a fertőtlenítéshez szükséges végső klórt adjuk hozzá. (MEPC, 2011. Resolution MEPC 201(62))

A szennyvíz gyűjthető egy tartályba, aprítható és fertőtleníthető, vagy szennyvíztisztítóban kezelhető. Azok a hajók, amelyek nem rendelkeznek szennyvíztisztítóval, összegyűjtik a fekete vizet egy tartályban.

A tárolótartály szürke víz és/vagy gályavíz gyűjtésére is használható. A szürke vizet azonban nem mindig vezetik a tartályba, és néha külön tárolótartályokban tárolják. A szürke vizet néha közvetlenül a tengerbe lehet engedni, vagy el kell keverni a kezelendő szennyvízzel vagy a WC-öblítő rendszerbe is újrahasznosítható.

A tengerjáró hajók nagyjából egynegyedén telepítették a fejlett szennyvíztisztító rendszert (AWTS), amely összekeveri és tisztítja a szürke és a fekete vizet, és biomaradványt vagy szennyvíziszapot termel, amelyet meg kell őrizni a partra történő kiürítés céljából. (HANDSON tv/e, 2004) A tengerjáró hajókon gyakori, hogy van egy külön tartály a gálya vízhez, amelyet az ételmaradékra vonatkozó előírásoknak megfelelően ürítenek ki. A tengerjáró hajóknál gyakori a szennyvíz aprítása, keverése és fertőtlenítése, mielőtt a tengerbe engedik.

A szennyvíz mennyiségének fő tényezői a következők:

- a személyzet és az utasok száma;
- a WC-k típusa: a vízi illemhelyek nagyobb mennyiségű szennyvizet termelnek, mint a vákuumos vécék;
- az utazás hossza;
- a kezelés típusa: szennyvíztisztító telep, vagy aprító és fertőtlenítő rendszer jelenléte különböző mennyiségű hulladékot biztosít.

A szennyvízben keletkező szennyvíz mennyisége a hajó méretétől és az alkalmazott technológiától függ. (MEPC, 2011. Resolution MEPC 201(62))

A szennyvizet különböző módon kezelik, és ha jól kezelik, akkor a tengerben is el lehet helyezni. A keletkező szennyvíz mennyisége például a fedélzeten tartózkodó személyek számától és az alkalmazott rendszer típusától függ. A keletkező szennyvíz mennyisége becslések szerint 0,04 és 0,45 m³ között van naponta, személyenként. Ebből a mennyiségből 0,01-0,06 m³ valószínűleg fekete víz, a többi szürke víz.

Műanyag

A műanyag hulladék szinte minden típusa keletkezhet, gyakran a hajó fedélzetén végzett műveletekhez használt belső rendelkezésekből és kellékekből származik. A műanyag hulladék jellemzően a dobozokban tárolt ételmaradék elválasztó lapokat, csomagolást, palackokat, dobozokat, szintetikus köteleket, szintetikus halászhálókat, műanyag szemeteszsákokat és üres vegyi dobozokat tartalmaz. Bizonyos esetekben a hajók és a hulladékkezelők megkülönböztetik az ételmaradékkal érintkező műanyagokat („szennyezett” vagy „piszkos”) és a „tisztá” műanyagokat higiéniai okokból. A piszkos műanyagok (és egyéb ételmaradék) tartalmazhatnak kórokozókat, és szükség lehet arra, hogy a kikötő másképp ártalmatlanítsa őket.

A fedélzeten található műanyagok kezelésének két módja van: külön tárolják (tömörítve vagy más módon), és szállítják a PRF-hez, vagy elégethetők. Az elégetést korlátozza a MARPOL VI. 16. szabály, amely megtiltja a polivinil-kloridok (PVC) hajón történő elégetését, kivéve olyan hajóégetőkben, amelyekhez az IMO típusjóváhagyási tanúsítványát a MEPC.244 (MOUNTOURIS, et al. 2006) (MEPC, 2014) (MEPC, 2012. Annex 24) szerint adták ki. A műanyagok PCB-vel történő elégetése mindig tilos.

Ha a műanyagokat a műanyag típusának ismerete nélkül égetik el, akkor a hamut a szállítás engedélyezése előtt laboratóriumi elemzésnek kell alávetni, így a szállítás és a későbbi ártalmatlanítás költségei nőnek.

Jelenleg nagyon kevés információ áll rendelkezésre a hajókon keletkező műanyag hulladék tényleges mennyiségéről, és ezt gyakran a szemétre vagy szilárd hulladéokra vonatkozó adatként adják meg. A szakirodalom szerint minden személy napi 1 kg szilárd hulladékot termel, más források pedig 3 kg/nap becslést adnak a személyzet tagjaira vonatkozóan. (ASCI, 2000) A karbantartással kapcsolatos szilárd hulladék 11 kg/hajónap minden hajó esetében (MOHAMMED, et al. 1998).

A legtöbb hajó személyenként naponta 0,001 és 0,008 m³ közötti mennyiségű műanyagot termel, bár néhány esetben személyenként napi 0,025 m³ mennyiséggel is lehet számolni. (ASCI, 2000)

Élelmiszerhulladék

Élelmiszerhulladék keletkezik mindenféle edényen a konyhában és vagy az étteremben. Az IMO ezt bármilyen romlott- vagy érintetlen élelmiszer- anyagként határozza meg, és magában foglalja a hajón keletkezett gyümölcsöket, zöldségeket, tejtermékeket, baromfit, húskészítményeket és élelmiszer -maradványokat. A nagy hajók (teher- és tengerjáró hajók) fedélzetén azonban néha különbséget tesznek egyrészt a lágy szerves élelmiszer-hulladék (hég, maradék stb.), másrészt a kemény szerves (csont) és a csomagolás között (annak ellenére, hogy a csomagolás nem élelmiszerhulladék a MARPOL V. melléklete szerint). Ez az elkülönítés nem szabályozáson alapul, hanem a hajók fedélzetén végzett gyakorlati tapasztalatból származik. (MEPC, 2014)

A szerves élelmiszer -hulladékot közvetlenül a tengerbe lehet engedni 12 km-re a legközelebbi szárazföldtől, vagy aprítani, majd a tengerbe engedni 3 km-re a legközelebbi szárazföldtől (12 km-re a különleges területeken). Alternatívaként az élelmiszer-hulladékot a fedélzeten külön is el lehet tárolni a későbbi tengeri ártalmatlanításhoz vagy a PRF-hez történő szállításhoz, amennyiben a szabályozás miatt a tengeri ártalmatlanítás nem megengedett. Az V. melléklet végrehajtására vonatkozó iránymutatások leírják, hogy óvintézkedéseket kell tenni annak érdekében, hogy az élelmiszer-hulladékkal (pl. műanyag élelmiszer-csomagolóanyag) és egyéb szeméttel szennyezett műanyag ne kerüljön a tengerbe más élelmiszer-hulladékkal együtt. (MEPC, 2014)

A rendelet előírja, hogy a szemetet minden esetben úgy kell tárolni, hogy az elkerülje az egészségügyi és biztonsági kockázatokat. A szeméttárolási eljárások kiválasztásakor a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- A PRF-be szállítandó élelmiszerhulladékot és egyéb szemetet, amelyek betegségeket vagy kártevőket hordozhatnak, szorosan lezárt tartályokban kell tárolni, és el kell különíteni az ilyen élelmiszer -hulladékot nem tartalmazó szeméttől. Néhány országban a karantén elrendelése megkövetelheti az ilyen típusú hulladékok kétszeres zsákolását. Mindkét típusú szemetet elkülönített, jól megjelölt konténerekben kell tárolni, hogy elkerüljék a helytelen leeresztést és megkönnyítsék a megfelelő kezelést a szárazföldön.
- A tisztítás és fertőtlenítés megelőző kártevők elleni védekezési módszerek is, amelyeket rendszeresen alkalmazni kell a szeméttároló helyeken (MEPC, 2011).

Hajók, amelyek sok élelmiszer -hulladékot termelnek (pl. tengerjáró hajók vagy munkahajók), előírás szerint csökkentik a szagokat és csökkentik a rothadás kockázatát is (MOHAMMED, et al., 1998.).

Más hajók, mint például a nagy jachtok, gyakran hűtött hulladéktároló helyiségekkel vannak felszerelve, ahol az élelmiszerhulladékot a következő kikötőbe vagy kikötőbe érve tarthatják, hogy megakadályozzák a szagokat és a betegségek ellen így védekezzenek. (MEPC, 2011).

Az élelmiszerhulladékot (lágyszemeket) apróra vágják vagy aprítják, miközben friss vizet adnak hozzá, és a csőrendszeren át öblítik egy szűrkevíz -szennyvíztartályba, amíg a tengerbe nem kerül. A keletkező élelmiszerhulladék mennyisége 0,001 és között változott 0,003 m³ személyenként naponta.

Háztartási hulladékok

A háztartási hulladék minden olyan hulladék, amely a hajó fedélzetén található háztartási terekből származik, és amely nem élelmiszer-hulladék, étolaj vagy műanyag. Az IMO ezt úgy határozza meg, mint „a hajó fedélzetén található lakóterekben keletkező minden egyéb hulladék, amelyre más melléklet nem terjed ki. A háztartási hulladékok nem tartalmazzák a szürke vizet.” A háztartási hulladék ezért jellemzően papír, karton, fénycsövek, szintetikus anyag, fólia, fémdoboz, fedél, üveg, kamra csomagolási hulladék és így tovább. Háztartási hulladék keletkezik a fedélzetén a személyzet és az utasszállás miatt és minden típusú hajón keletkezik. (MEPC, 2011).

A hulladék minimalizálására irányuló intézkedéseket leginkább a tengerjáró hajóknál találhatjuk, hogy csökkentsék a belső területeken keletkező mennyiségeket.

A háztartási hulladék szervesen háztartási hulladékból, például kartonból, dobozból, papírból, üvegből és egyéb hulladékból állhat. A fő meghatározó a személyzet és az utasok száma, valamint a személyzet és az utasok által használt termékek típusai.

Étolaj

Étolajhulladék keletkezik a fedélzetén az ételkészítés során, általában a legtöbb hajótípusban keletkezik. Az étolajat a legtöbb esetben összegyűjtik és eljuttatják a PRF-hez, bizonyos esetekben elégetik. Néhány hajón szokás volt az étolaj keverése iszappal, és iszapként történő kezelése. A MEPC 68 azonban úgy döntött, hogy ez nincs összhangban a MARPOL V. mellékletével (MEPC, 2014). A nagy hajóutaknak külön tartályuk van a nagy kapacitású (akár 1000 m³) étolaj tárolására. A használt olajat kikötőben értékesíthetik pl. bioüzemanyagként. Az étolaj-előállítási tartományt személyenként naponta 0,01-0,08 liter között van.

Rakománymaradvány

A MARPOL V. melléklete a rakománymaradványokat „minden olyan rakomány maradványaként határozza meg, amelyek nem tartoznak az egyezmény más melléklet hatálya alá, és amelyek a be- vagy kirakodás után a fedélzetén vagy a raktárban maradnak, beleértve a be- és kirakodási felesleget vagy kiömlést, akár nedves, akár száraz állapotban vagy mosóvízben, de nem tartalmazza a söprés után a fedélzetén maradt rakományport vagy a hajó külső felületén lévő port”. (IMO, 2008)

Az olajszállítványok maradványaira a MARPOL I. melléklet, a vegyi rakományok maradványaira pedig a II. melléklet vonatkozik, így ezek nem tartoznak a fenti meghatározásba. Ennélfogva az ilyen típusú hulladék száraz ömlesztettáru -szállító hajókon és esetenként általános rakományszállítókon keletkezik, amikor száraz árut ömlesztve szállítanak. A keletkező mennyiség számos tényezőtől függ, például a rakomány típusától, a kezelő berendezésektől és a rakodók hatékonyságától. A mennyiségek nagymértékben eltérnek a szinte semmitől a rakomány 2 %-áig. (IMO, 2008)

Ózonkárosító anyagok

A MARPOL VI. melléklete az ózonréteget rontó anyagokat az ózonréteget lebontó anyagokról szóló, 1987. évi Montreali Jegyzőkönyv 1. cikkének (4) bekezdésében meghatározott, az

említett jegyzőkönyv akkor, hatályos, A., B., C. vagy E. mellékletében felsorolt, ellenőrzött anyagokként határozza meg. Ide tartozik például a Halon 1211, Halon 1301, Halon 2402, CFC-11, CFC-12, CFC-113, CFC-114 és CFC-115. (IMO, 2006d)

Az ózonréteget károsító anyagokat a hajók fedélzetén használják, klímaberendezésekben vagy hűtőberendezésekben. Mobil eszközökben (hűtőszekrények, mobil klímaberendezések) is elhelyezhetők. Ózonréteget lebontó anyag hulladék keletkezik különböző típusú edényeken, az ilyen típusú hulladékot kibocsátó készülékek és technológiák jelenlététől függően.

Az ózonréteget károsító anyagok hulladékának keletkezése a hajók fedélzetén található hűtő- és hűtőrendszerek típusától és ezen technológiák karbantartási ütemtervétől függ. Ózonréteget lebontó anyag hulladék keletkezik a rendszer ellenőrzése, a szivárgás javítása és/vagy a rendszerek éves felmérése során. Az ózonréteget károsító anyagokat, amelyek a szivárgások során a légkörbe kerülnek, nem lehet összegyűjteni. A karbantartás során kicserélt ózonréteget károsító anyagokat a karbantartási munkát végző szakmérnök összegyűjti és hulladékként eltávolítja.

A hulladékok osztályozása

A MARPOL-ban a hulladék besorolása nem mindig egyezik meg a fedélzeti gyakorlattal. A működési hulladék és a háztartási hulladék átfedésben lévő kategóriák, és gyakran nem világos a személyzet számára, hogy hogyan kell osztályozni bizonyos hulladékokat. Ugyanez vonatkozik a konyhai és éttermi hulladékokra is, amelyek az élelmiszerhulladék mellett műanyagot, konzervdobozt és egyéb csomagolóanyagot tartalmaznak. A keletkező hulladékok fajtáit és mennyiségét az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: A hajókon keletkező hulladékok fajtái és mennyisége / Table 1: Types and quantities of ship-generated waste

(Brüsszel, 2022.1.21. C(2022) 301 final, ANNEXES 1 to 2)

Hulladék fajta	Keletkező mennyiség	Fedélzeti kezelés
Olajos fenékvíz	0,01-13 m ³ naponta nagyobb hajók többet termelnek	A mennyiség 65-85% -kal csökkenthető olaj- vízválasztó használatával és a víz leeresztésével, töredékét a tengerbe.
Olajos maradék (iszap)	0,01-0,03 m ³ iszap üzemanyag tonnánként	A párolgás akár 75%-kal is csökkentheti az iszap mennyiségét. Az égetés 99%-kal csökkentheti az iszap mennyiségét.
Tartálymosó	20-több száz m ³	Az ülepedés után a vízfrakció kiüríthető tengeren.
Szennyvíz	0,01-0,06 m ³ személyenként. naponta	A tisztítóberendezésekből származó szennyvizet gyakran a tengerbe engedik, ahol a MARPOL V. melléklet azt megengedi.
Műanyag	0.001- 0.008 m ³ személyenként naponta	Gyakran nem égetik el. A piszkos műanyagokat (élelmiszerekkel érintkező műanyagokat) gyakran kezelik külön.

Élelmiszer hulladék	0.001-0.003 m ³ személyenként naponta	Ahol a MARPOL V. melléklet megengedi, élelmiszerhulladék gyakran a tengerbe engedik.
Háztartási hulladék	0,001-0,02 m ³ személyenként naponta	

Megsemmisítési lehetőségek

A bioszenet reduktív körülmények között állítják elő, például pirolízissel. A pirolízis (hőbontás) az a szerves hulladék kémiai lebontására szolgáló technológia, melynek során erre a célra kialakított reaktorban hevítéssel, oxigénmentes, vagy oxigénszegény közegben a szerves hulladékot többféle termékre bontják. A végtermék pedig többféleképpen is hasznosítható. Akár energiahordozóként elégethető. Vegyipari másodnyersanyagként a gázterméket szintézisgázzá alakítva metanol állítható elő vagy egyéb ipari célokra, mint pl. építőipari adalékanyag. (KORZENSZKY et al., 2014; KORZENSZKY et al., 2015; LÁNYI et al., 2014)

Következtetések

A tanulmányban összefoglaltuk a tengeri hajókon keletkező hulladékok fajtái. Az utána következőkben pedig a hajón keletkező hulladékok összetételét tanulmányoztuk. Erre, azért volt szükség, mert a későbbiekben ezen adatok alapján tervezzük meg a hulladékokból keletkező bioszén elkészítéséhez szükséges modul rendszerű reaktort. Az általunk tervezett technológia a nagyon vegyes hulladék nedvesség tartalmát lecsökkenti 15 m/m% alá, mely után egy könnyen kezelhető és a további hasznosítás(ok)hoz megfelelő anyagot kapunk. Ennek az anyagnak a hasznosítását, megsemmisítését, felhasználást különböző kémiai analízisek után lehet eldönteni. A hajókon keletkező mennyiségeket is figyelembe véve az újrahasznosíthatóság és a környezetvédelem az elsődleges szempont. Terveink szerint a technológiával a csökkenteni tudjuk a keletkező veszélyes anyagok mennyiségét és növelni tudjuk a hulladékok újrahasznosíthatóságát. A projekt (2019-1.1.1-PIACI-KFI-2019-00320) egy olyan termék és technológia kifejlesztését célozta meg, amely megfelel a hatályos hajózási szabályozásoknak, valamint új és hatékony megoldást kínál a hajók fedélzetén keletkező nedves hulladékok kezelésére és ártalmatlanítására.

Hivatkozott források

- ASCI, (2000): Alaska Cruise Ship Initiative Part I Final Report: Activities and Workproducts up to June 1, 2000, s.l.: Alaska Cruise Ship Initiative (ASCI).
- DARRAH C., et al, (2016): Eunomia, Study to support the development of measures to combat a range of marine litter sources, Bristol, Eunomia Research & Consulting Ltd., pp 1-432. <https://mcc.jrc.ec.europa.eu/documents/201606243248.pdf>
- EC, (2000): Directive 2000/59/EC of the European Parliament and of the Council of 27 November 2000 on port reception facilities for ship-generated waste and cargo residues. Official Journal of the European Communities, 2000 (L332), pp. 81-89.
- ENVIRONMENTAL BOARD, (2015): Ship-generated waste and cargo residues reception and handling plan, Tallin: Environmental Board of Port of Tallin, pp. 1-26.

- EPA, (2008): Cruise Ship Discharge Assessment Report, U.S. Environmental Protection Agency, Oceans and Coastal Protection Division, Office of Wetlands, Oceans, and Watersheds, Office of Water, Washington D.C., p.162.
- HANDSON tve, (2004): Fishing for Litter – Denmark. [Online] <http://handson.tve.org/series-5/green-current/fishing-litter-denmark/>
- IMO, (2006a): Marpol Consolidation 2006: Annex I- Regulations for the Prevention of Pollution by Oil. [Online] http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/Annex_I/index.htm
- IMO, (2006d): Marpol Consolidation 2006: Annex VI Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships. http://www.marpoltraining.com/MMSKOREAN/MARPOL/Annex_VI/r12.htm
- IMO, (2008): 2008 Revised Guidelines for Systems for handling Oily Wastes in Machinery spaces of Ships incorporating Guidance Notes for an Integrated Bilge Water Treatment System (IBTS), MEPC.1/Circ.642, London: International Maritime Organization (IMO).
- KORZENSZKY, P. – LÁNYI, K. – SIMÁNDI, P. (2015): Test results of a pyrolysis pilot plant in Hungary. *Hungarian Agricultural Engineering*: vol. 28, pp.48-52., 5 p. <http://dx.doi.org/10.17676/HAE.2015.28.48>
- KORZENSZKY P., – PUSKÁS J., – MOZSGAI, K., – LÁNYI K., – MÁK Z., (2014) Innovation possibilities of a thermolysis plant to be established in Hungary, In: Marianne, Bell (ed.) 20th International Symposium on Analytical & Applied Pyrolysis: Birmingham Pyro2014, Paper: B143.
- LÁNYI, K. – MOLNÁR, E. – VANÓ, I. – KORZENSZKY, P. (2014): Looking Behind The Process of Pyrolysis in Waste Management: Questions on The Composition and Quality of End-Product and Their Answers by Meas of Analytical Chemistry, *Hungarian Agricultural Engineering* vol. 26, pp.25-28., 4 p. <https://doi.org/10.17676/HAE.2014.26.25>
- MEPC, (2006): Resolution MEPC.157(55) Adopted on 13 October 2006: Recommendation on Standards for the Rate of Discharge of Untreated Sewage from Ships, London: The Marine Environment Protection Committee, <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Environment/Documents/Resolution%20MEPC.157-55.pdf>
- MEPC, (2011): Resolution MEPC 201(62) adopted on 15 July 2011: Amendments to the Annex of the Protocol of 1978 relating to the International Convention for the prevention of pollution from ships, 1973 (Revised MARPOL Annex V), London: International Maritime Organization (IMO).
- MEPC, (2012): Annex 24: Resolution MEPC.219(63): Guidelines for the Implementation of MARPOL Annex V. [www.imo.org/en/OurWork/environment/pollutionprevention/garbage/documents/219\(63\).pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/environment/pollutionprevention/garbage/documents/219(63).pdf)
- MEPC, (2014): Resolution MEPC.244(66) Adopted on 4 April 2014: The 2014 Standard specification for shipboard incinerators, London: The Marine Environment Protection Committee (MEPC).
- MOHAMMED, J. – TORRES, R. – OBENSHAIN, E. (1998): Waste Reduction at Sea: Pollution prevention Strategies on Miami-Based Cruise Lines, Ann Arbor: National Pollution Prevention Center for Higher Education, University of Michigan.
- MOUNTOURIS, A. – VOUTSAS, E. – TASSIOS, D. (2006): Solid waste plasma gasification: equilibrium model development and exergy analysis. *Energy Conversion and Management*. Vol. 47. 2006. pp. 1723–1737.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1995: Clean ships clean ports clean oceans: Controlling garbage and plastic wastes at sea. Washington D.C.: National Academy Press. <https://doi.org/10.17226/4769>
- NEA; PM Group, (2009): Annex 2: Ship Generated Waste Analysis, Zoetermeer: NEA.

Szerzők

Kári-Horváth Attila, PhD

egyetemi docens

Magyar Agrár-és Élettudományi Egyetem, Műszaki Intézet, Anyagtudományi és Gépipari folyamatok Tanszék

H-Gödöllő, Páter K. u. 1.

kari-horvath.attila@uni-mate.hu

Lantos Zsolt

ügyvezető igazgató

Gyémánt-Pirazol Kft., 3100 Salgótarján, Fülemlé utca. 9.

zsolt.lantos@gyemantpirazol.hu

Sztancsek Ákos

Gyémánt-Pirazol Kft., 3100 Salgótarján, Fülemlé utca. 9.

akos.sztancsek@gyemantpirazol.hu

Kristóf Gábor

Gyémánt-Pirazol Kft., 3100 Salgótarján, Fülemlé utca. 9.

A műre a Creative Commons 4.0 standard licenc alábbi típusa vonatkozik: [CC-BY-NC-ND-4.0.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

