

37. Országos Tudományos Diákköri Konferencia

Had- és Rendészettudományi Szekció

Budapest, 2025. április 22–24.

Nemzeti Köszolgálati Egyetem

Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar

**A TMS Waldhof hajókatasztrófa esettanulmánya és
iparbiztonsági szempontú elemzése**

Jelige: árhullám

Pályamunka lezárásának időpontja: 2024. október

2025.

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	1
1.1. Témaválasztás indoklása	1
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	2
2.1. Veszélyesáru-szállítás során bekövetkezett balesetek feldolgozásának fontossága	2
2.2. A folyami hajózás és veszélyesáru-fuvarozás Európa belvizein	3
2.3. Nemzetközi és hazai vonatkozó jogszabályok	5
2.4. A Rajna és a Loreley – a baleset helyszíne	6
2.5. Veszélyesáru-szállítás szabályzásai Európa belvizein	7
2.6. Hajó adatok	8
2.7. A szállított anyag – kénsav – UN 1830	9
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	11
3.1. A módszertan bemutatása	11
3.2. A baleset	11
4. BALESET ELEMZŐ VIZSGÁLATA	13
4.1. Baleset utáni nyomozás, mentés	13
4.2. Balesetet kiváltó okok	20
4.3. Baleset gazdasági és környezetvédelmi következményei	22
4.4. Változások a szabályokban	23
4.5. A közlekedési balesetek előfordulására ható tényezők (veszélyesáru-szállításnál)	28
4.6. A legfőbb teendők a mentés alatt katasztrófavédelmi szempontból	29
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	31
5.1. A sikeres mentés tényezői	31
5.2. Mit lehet tanulni az esetből és fejleszteni a jövőben katasztrófavédelmi szempontból?	31
5.3. Konceptiók a belvízi hajók által szállított veszélyesáru-szállítás kockázatának csökkentésére, balesetmegelőzésére	32
6. ÖSSZEFOGLALÁS	34
Irodalomjegyzék	36
Ábrajegyzék	39

1. Melléklet: fogalomjegyzék	40
------------------------------------	----

1. BEVEZETÉS

1.1. Témaválasztás indoklása

Témaválasztásom a TMS Waldhof hajókatasztrófájának esete, mely közel áll a szívemhez, hiszen gyerekkorom óta érdekelt a folyami hajózás világa, azon belül is a nautikai része. Rendelkezem európai folyókra érvényes matrózkönyvvvel és folyamatban van a vitorlás és a kisműhajó vezetői engedélyem megszerzése is, melyet idénre tervezek. Kipróbáltam magam matrózként 2000 tonnás folyami teherhajón, valamint dolgoztam szállodahajónak a hotel részlegén is. A Nemzeti Közszerológati Egyetem Katasztrófavédelem szakának Iparbiztonsági szakirányát azért választottam, mert tudom hasznosítani a megszerzett tudásomat a munkatapasztalatommal vegyítve és így el tudok mélyülni a számomra érdekes témákban, mint: folyami teher és szállodahajók balesetének elemzése és okai, ADN szabály betartatása, az adott európai nagy folyókra (Duna, Rajna, Szajna) vonatkozó specifikus szabályzások, folyók vízszint és vízállásával kapcsolatos témakörök - árvízveszély esetén a hajók és a víz szabályzása valamint a nemzetközi kommunikáció mindezekről. Különösen kedves téma számomra a hajók útvonalainak menedzselése, új útvonalak megismerése, zsilipek és dokkolóhelyek foglalása a hajók számára és az ehhez tartozó kommunikációs része a munkának. Ezért szeretnék az alapképzés után Nemzetközi Vízügyi diplomácia mesterszakra jelentkezni.

A folyami veszélyesáru-szállítás fontos szerepet játszik az európai gazdaságban és logisztikában, viszont a magyar tudományos publikációk és folyóiratok leginkább a Dunára fókuszálnak (ami részben érthető). A Rajna és egyéb vízi útvonalak a háttérbe szorulnak minden téren, ezért úgy gondolom, hogy a nemzetközi és magyar veszélyesáru-szállító hajóbalesetek feldolgozottsága, dokumentációja és elemzése jelenleg hiányos, különösen a magyar nyelvű szakmai anyagok esetében. Ez a tény jelentős hiányosságot jelent a katasztrófavédelmi felkészültség és a megelőzés szempontjából. A TMS Waldhof balesete például nem került magyar nyelven kellően szakmai szinten feldolgozásra.

A szakdolgozatom témaválasztása fő indoka ezért az, hogy hozzájáruljak a veszélyesáruszállítással kapcsolatos balesetek elemzéséhez és dokumentálásához, amely segíthet a kockázatok jobb megértésében, a megelőzési stratégiák kidolgozásában, valamint a katasztrófavédelmi intézkedések fejlesztésében.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Veszélyesáru-szállítás során bekövetkezett balesetek feldolgozásának fontossága

A veszélyes anyagok szállítása kockázatot jelent minden ágazat számára, ezért fontos tényező a baleset vizsgálatok szakszerű végrehajtása, dokumentálása, rendszerezése, hogy a jövőbeni bekövetkezésük megakadályozása és kezelése hatékonyabb lehessen a hatóság szempontjából. Feladatai közé tartozik ugyanis az események kivizsgálása és elemzése megfelelő pontossággal és az esetleges hiányosságok feltárása, valamint szükség esetén a jogszabályok módosításának kezdeményezése.¹

Ezen esettanulmány azért készült el, hogy egy általam fontosnak vélt baleset dokumentálva legyen magyar nyelven is. Ehhez rengeteg információt gyűjtöttem és dolgoztam fel, melyre hivatkozni fogok dolgozatom során, valamint végén, azonban a lefontosabbakat megemlíteném: A Német Szövetségi Vízutak és Hajózási Igazgatósága (WSV) által készített jelentést², melyből alapvető információkat lehet megtudni a balesetről, valamint tíz oldalon keresztül bemutatja a körülményeket is. Továbbá a szimulációt és nyomozást végző sajtótájékoztatót³ és esettanulmányt⁴, melyben a balesetet kiváltó okokat mutatják be.

Dolgozatommal részletekbe menően bemutatom a TMS Waldhof katasztrófájának körülményeit, előzményeit, okait és következményeit, ismertetem a szállított anyagot, valamint a be nem tartott ADN és egyéb vonatkozó szabályokat, amelyek hozzájárultak a baleset bekövetkezéséhez, valamint felvetéseket teszek a jövővel kapcsolatban – mind megelőzés, mind innovációs megoldások szempontjából. Adatgyűjtésem során rengeteg idegennyelvű publikációt elolvastam, hogy a lehető legszéleskörűbb spektrumon lássam a balesetet, minden szempontból: katasztrófavédelmi, iparbiztonsági, hajózási, gazdasági vonalon is. Ezen szerencsétlenség az egyik legjelentősebb teherhajó-incidens az európai folyami hajózás történetében, amely kevés figyelmet kapott a magyar média részéről, holott jelentős hatással volt az európai folyami hajózás szabályozására. Így célul tűztem ki, hogy átfogó képet nyújtsak

¹ Almási Csaba: Veszélyes áruk közúti szállítása során bekövetkezett káresemény katasztrófavédelmi vizsgálatának szabályozása és fejlesztési lehetőségei- Forrás: Hadmérnök 2022

² Igor Alexander – Hans-Josef Braun – Throsten Dettmann – Hanno Fimmen - Hermann Haberkamp - Heiner Katz - Frank Krischok - Frank Otremba - Michael Pöttsch - Rolf Zentgraf - Michael Putzschke: Bericht über den Ablauf und die Ursachen der Havarie des Tankmotorschiffes „Waldhof“ 2011- Forrás: izw.baw.de.

³ Havarie TMS Waldhof - Pressekonferenz 2013 – Forrás: TIB AV Portal

⁴ BAW Tagungsband - Havarie TMS Waldhof – 2013 – Forrás: izw.baw.de

a hazai érdeklődők számára is erről az eseményről, kiemelve annak fontosságát és következményeit, valamint kérdéseket vessek fel, melyekre válaszokat is kaphat az olvasó. A

katasztrófák iparbiztonsági szempontú elemzése fontos szerepet játszik a jövőben kialakuló katasztrófák kezelésének hatékonyságában, valamint esetlegesen a katasztrófák kialakulásának megfékezésében is.

2.2. A folyami hajózás és veszélyesáru-fuvarozás Európa belvizein

A belvízi hajózásnak, azon belül is a teherszállításnak van a legfontosabb szerepe Európán belüli felszín feletti szállítmányozásban, egyedül a csővezetékkel történő szállítás hatékonyabb.

Mint minden szállítási módnak, ennek is rengeteg előnyét és hátrányát ismerjük. Előnyei az alacsony költség, mérsékelt szén-dioxid kibocsátás és biztonságosság, valamint csökkenti a tehergépjárművek mennyiségét az úthálózatokon, így ezzel hozzájárul a torlódások megszüntetéséhez is. Egyszerre több ezer tonnányi anyag szállítható vele. Főbb iparágak a profittermelést, működőképességet és fejlődést a konténerek és egyéb rakományegységek alacsony költségének köszönhetik. Egyes iparágak a folyók mellé települése indokolt, mivel termékük nagy mennyiségben szinte csak vízi szállításon keresztül juthat el a piacra. Az építőipar, erdészet, kohászat, bányászat, vegyipar, olajipar – ezek mind szorosan függenek a belvízi szállítástól. Például egy EUROPE II típusú, 4400 tonnás teherbírású, két tolt uszályból álló jármű a szállítóképessége szerint megegyezik 110 darab, 40 tonnás egyedi teherbírású vasúti kocsival vagy 220 darab, 20 tonnás egyedi teherbírású teherautó teherbírásával, így elmondható, hogy összességében a hajóval történő szállítás költsége akár 30%-kal alacsonyabb lehet, mint egyéb más módokon, emellett egy hajó élettartama másfélszer hosszabb, mint a vasúti kocsié és több mint ötször hosszabb, mint a teherautóé. Nagy számú konténer esetén a legjobb megoldás a vízi, majd szükség esetén gyorsvonattal történő szállítás a célállomásra. Ha konkrét példával szeretnénk szemléltetni a költséghatékonyságot, akkor a Fehér Könyvben (1996) szemléltetett adatokkal ezt megtehetjük: Rajnán egy TEU konténer szállításának ára a Strasbourg-Rotterdam/Antwerpen vonalon belvízi úton 400 euró volt, vasúton 917 euró, közúton pedig 800 euró, a német statisztikai adatok szerint az 1 tonna-kilométernek megfelelő szállítási költség közúti szállításban 12,15 euró, vasúti szállításban 6,35 euró, belvízi hajózásban pedig 1,95 euró volt.

Pozitívumként elmondható még, hogy a belvízi utakon rendkívül magas a hajózás biztonsága, ami részben a viszonylag alacsony forgalomsűrűségnek köszönhető. A belvízi forgalomban ritkán fordulnak elő súlyos károkat vagy személyi sérüléseket okozó balesetek. Ennek az előnynek különösen nagy jelentősége van a veszélyes rakományok szállításánál, amikor a fuvarozás nagy éves mennyiséget jelent. A legkörnyezetbarátabb teherszállítás a belvízi forgalom - mint legtisztább forgalom, amely elősegíti az emberi élet, a növény- és állatvilág minőségének javulását, az ökoszisztéma fenntartását és így az éghajlatváltozás előmeneteléhez sem járul hozzá.

A közlekedési módok nagymértékben függenek a környezeti feltételektől, mint például a vízi út mélysége és szélessége, a folyót/tavat tápláló patakok és sebességük, a vízszint változása, a kanyarulatok sugarai, a karbantartás és a navigációs segédeszközök felszerelése; az információs és irányítási rendszerek használatának szintje; kikötői felszerelések és képességek, valamint a piaci viszonyoktól.

A belvízi hajózás (specifikusan az áruszállítás – beleértve a veszélyesárut is) hátrányai: Viszonylag nagy beruházást igényel az infrastruktúra fejlesztése - ha ez elmaradott, akkor sajnos a szállítás minősége sem megfelelő. Korlátozott földrajzi terjeszkedés építhető csak ki, ami egyedül a folyók és tavak mentén lehetséges. Az éppen adott hidrometeorológiai viszonyok kifejezett hatása – magas vízállás és vele járó erős áramlatok, valamint az alacsony vízállás és az annak következményeként kialakult hajózhatatlan szakaszok. A forgalmi szolgáltatás minőségi szintje is egy kérdőjeles egyes szakaszokon. Megjegyzendő, hogy a fent említett hátrányok az előnyökhöz hasonlóan is összefüggenek egymással. Mivel a belvízi utak vonalát a földrajzi adottságok határozzák meg, a mellékfolyókat leszámítva az elhelyezésükről fogva nem kapcsolódnak egymáshoz. Hálózattá alakításukhoz mesterséges csatornák kiépítése szükséges a vízgyűjtőkön keresztül, ami igen költséges. A német közlekedési minisztérium adatai szerint a csatorna építése körülbelül 13,75 millió euróba kerül kilométerenként. Erre jön még rá az átrakodás költsége más felszíni szállítási módba, melynek kiépítése ismételten hatalmas költséget és rengeteg szervezést igényel. A belvízi utak egyes szektoraiban a hajózás az aktuális időjárási és hidrológiai viszonyok függvénye lehet, amelyeket még viszonylag magas költségek mellett is nagyon nehéz leküzdeni. Mivel nincs alternatíva, komoly közlekedési zavarok léphetnek fel, amelyek csökkentik a belvízi hajózás költséghatékonyágát és megbízhatóságát. A forgalmi szolgáltatás minősége pedig függ a szállítási megbízhatóságtól, sebességtől, a „háztól házig” áruszállítás képességétől, biztonságától, rugalmasságától, elérhetőség és energiahatékonyságtól. Az általam vizsgált baleset megtörténtekor magas

vízállás volt a Rajnán, mely erős áramlatokat okoz, így lassabban, körültekintőbben kellett közlekedni, mely pedig torlódásokhoz vezet a hajók forgalmában.

2.3. Nemzetközi és hazai vonatkozó jogszabályok

A belvízi veszélyesáru-szállítás jelentős szerepet játszik a nemzetközi és hazai áruforgalomban (de leginkább a nemzetköziben). Mivel a veszélyes anyagok szállítása fokozott veszéllyel jár, ezért szigorú szabályok vonatkoznak rá, ezzel biztosítva a biztonságos szállítást és balesetek minimalizálását. Ezen szempontok mellett szigorú előírások vonatkoznak a rakomány megfelelő kezelésére, a hajók műszaki állapotára és a személyzet képzésére.

A legfontosabb egyezmény, mely vonatkozik a nemzetközi és hazai belvízi veszélyesáru-szállításra az ADN. Emellett fontos a MARPOL egyezmény, mely a hajók környezetszennyezésének elkerülése érdekében jött létre és az UNECE, mely a különböző országok közötti szállítás zökkenőmentesen és biztonságosan történő lebonyolítását írja elő. Ezen szabályok mellett Európa adott országaiban és folyóin további kiegészítőszabályzatokat és előírásokat alkalmaznak.

Az én esettanulmányomban bemutatott baleset a Rajnán történt, ahol szintén más, specifikus szabályok is vonatkoznak a nemzetköziek mellett: CCNR által kiadott rendeletek, irányelvek, RHeinSchUO, RheinSchPV, RPNR, RVIR (rövidítések az 1. Mellékletben magyarázva).

Magyar vonatkozásban a 2000. évi XLII. törvény a vízi közlekedésről⁵ - a belvízi hajózás biztonsági szabályaival foglalkozik, a 62/2011. (XI. 29.) NFM rendelet⁶ pedig Magyarországon a belvízi veszélyes áruszállítást meghatározza a veszélyes anyagok kezelésének, csomagolásának és jelölésének szabályait, valamint a hajók műszaki követelményeit is. A Belvízi hajózási szabályzat - Duna-irányelvek – a Dunára és más nagyobb magyarországi folyókra vonatkozó szabályozás részletezi a rakomány kezelést, különösen veszélyes anyagok szállítása esetén. A magyar jogszabályok harmonizálva vannak a Duna-medence nemzetközi szabályaihoz, valamint az ADN-hez, ezzel megkönnyítve a Magyarországon áthaladó belvízi forgalmat.

Hazai vonatkozás még, hogy a 2012. január 1-jével végbemenő változásokkal a katasztrófavédelem hatáskörébe tartozik a veszélyes áruk vízi és vasúti ellenőrzése is, a közúti

⁵ 2000. évi XLII. törvény a víziközülekedésről - Forrás: jogtar.hu

⁶ 62/2011. (XI. 29.) NFM rendelet - Forrás: jogtar.hu

mellett. 2012-ben országosan összesen 1995 vízi járművet ellenőriztek, melyből 1199 jármű szállított veszélyes árut, melyből csak 5% volt belföldi.⁵

2.4. A Rajna és a Loreley – a baleset helyszíne

A Rajna folyó Európa egyik fő vízi útja, valamint a legforgalmasabb áruszállítási útvonala. A 15 tagállam teljes belvízi áruszállításának 70%-a ezen a folyón történik. Nagy forgalma és hidrodinamikája miatt (erős és váltakozó áramlások, éles kanyarok, néhol keskeny vonalon hajózható szakaszok), azonban nem a legmegbízhatóbb megoldás a szállításra, így előfordulhatnak elakadások és késések, mégis a legtöbb cég vállalja a kockázatot és ezen szállítási módot választja, mert még így is megéri nekik. Ahogy fentebb említettem, emellett szerepet játszanak még a környezeti tényezők, mint az aszály és apály. Amennyiben szárazság van, a hajózható szélessége és mélysége a folyónak csökken, ezzel feltorlódásokat okozva, főleg a zsilipeknél, ahol az átjutásra várakozási idő jelentősen megnőhet. Ha a vízállás magas, az az erős áramlatok fokozódásával jár, mely ismét problémákhoz vezethet – a folyó veszélyesen és nehezen navigálhatóvá válhat.

Az általam elemzett baleset is a Rajna egy híresen veszélyes szakaszán történt. A Loreley egy 132 méter magas meredek palaszikla a Rajna-szurdok jobb oldalán, a németországi Sankt Goarhausennél. Vízi katasztrófák helyszíne már az első, tizedik századra datálható feljegyzések alapján - rengeteg hajó süllyedt el ezen szakaszon. Az emberek változatos legendákkal próbálták megmagyarázni a sok balesetet és a környéken hallható nagy visszhangot, morajlást. A neve a régi német „lureln” szóból eredeztethető, mely zúgolódást, mormogást jelent – a heves áramlatok és egy kisebb vízesés ehhez hasonló hangokat adott, melyet a palasziklák felerősítettek, így kapta a nevét. A morajlás ma már nem hallható a környék urbanizációja miatt. Mások úgy tartják, hogy a német „lauern” szóból ered a neve, mely leselkedőt jelent, így a „ley” végződéssel leselkedő sziklának nevezték el.

Rengeteg mítosz kering ezen rajnai kanyarban elesett hajók körül, ám inkább a racionális érvekkel alátámasztott okokat mutatnám be:

⁵ Kátai-Urbán Lajos - Kiss Enikő – A veszélyes áru belvízi szállításával kapcsolatos katasztrófavédelmi feladatok végrehajtási tapasztalatainak értékelése – Forrás: Hadmérnök 2014

- Keskeny hajózhatóság: ez a folyó egyik legkeskenyebb része, szűk keresztmetszettel. Ez a szűkület arra kényszeríti a folyót, hogy nagyobb turbulenciával és gyorsabban folyjon, ezzel veszélyes navigálhatóságot teremtve a hajóknak.
-
- Erős áramlatok: A keskeny hajózható szakasz, az éles kanyar és a folyó áramlásának kombinációja erős áramlatokat és örvényeket eredményez, melyek kiszámíthatatlanok lehetnek.
 - Éles kanyarok: A Rajna itt éles kanyart vesz, ezzel csökkentve a látási szöget/korlátozza a látási viszonyokat, ezzel nehezítve a manőverezést, növeli az ütközések és a zátonyra futások kockázatát.
 - Sziklák és zátonyok: Víz alatti sziklák és zátonyok teszik a hajózás még kihívóbbá, melyek kárt tehetnek és akár el is süllyeszthetik a hajókat.
 - Nagy forgalom: Mivel ezen szakaszon a hajók nagyobb odafigyeléssel, csökkentett sebességgel haladnak, van rá precedens, hogy feltorlódik a forgalom, ezzel növelve a balesetek valószínűségét.



1. ábra – Közép-Rajna vidéke, Sankt Goarshausen és Loreley; amennyire káprázatos, annyira veszélyes⁸

2.5. Veszélyesáru-szállítás szabályzásai Európa belvizein

A szállítás biztonságát úgy biztosíthatjuk, hogy megakadályozzuk az anyag kijutását a

tárolóedényből. Ezért a veszélyes áruk szállításának biztonsága elsősorban azon múlik, hogy az anyagot megfelelő módon és megfelelő tárolóedényben helyezzük el, így megakadályozva annak kiszabadulását.⁹

⁸ 1. ábra. Forrás: Middle-Rhein Wikipedia - Letöltés: 2024.08.25.

⁹ Bognár Balázs, Kátai-Urbán Lajos, Kossa György, Kozma Sándor, Szakál Béla, Vass Gyula – Iparbiztonságtan I. 2013

Ahhoz, hogy a hajózás biztonságosságát garantálni tudják az egyre erősödő ipari igénybevétel mellett, létre kellett hozni egy egyezményes szabályzatot, mely kontrollálja a teherszállítást az európai folyókon. Ez az ADN (Európai megállapodás a veszélyes áruk nemzetközi belvízi szállításáról). Ezen megállapodást 2000. május 26-án kötötték Genfben egy diplomáciai konferencián, az Egyesült Nemzetek Európai Gazdasági Bizottsága (UNECE) és a Rajnai Hajózási Bizottság (CCNR) részvételével. 2008. február 29-én lépett hatályba. Az ADN a következőkből tevődik össze: magából a megállapodásból - ami egy jogi szöveg - és a hozzá csatolt rendeletekből.

Célja a veszélyesáruk belvízi úton történő nemzetközi szállításának magas szintű biztonságának biztosítása, a környezetvédelemhez való hatékony hozzájárulás (balesetek megelőzése és szennyezésvédelem), a veszélyesáruk nemzetközi kereskedelmi sikerének segítése és a szállítási, valamint rakodási műveletek megkönnyítése.

Az ADN mellékletét képező szabályzat a veszélyes anyagokra és tárgyakra vonatkozó rendelkezéseket, a belvízi vagy tartályhajók fedélzetén csomagban és ömlesztve történő szállításukra vonatkozó rendelkezéseket, valamint az ilyen hajók építésére és üzemeltetésére vonatkozó rendelkezéseket tartalmazza. Ezen kívül kitér az ellenőrzésekre, a jóváhagyási bizonyítványok kiadására, a hajóosztályozó társaságok elismerésére, a felügyeletre, valamint a szakértők képzésére és vizsgáztatására vonatkozó követelményekre és eljárásokra.

Számunkra ezen balesetnél a legfontosabb tényező a stabilitási kritériumok betartásának elmulasztása, melyet az ADN 9.3.2. fejezetében találunk meg a „C típusú tartályhajók építési előírásai” alatt, a 9.3.2.13. résztől kezdődő „Stabilitás (általános rendelkezések)” résztől kezdődően.

Az európai folyók teherszállításának szabályzása a 19. századig vezethető vissza, egészen pontosan 1838-ig. Ekkor a Rajnai Hajózási Központi Bizottság (Central Commission for Navigation on the Rhine – CCNR) külön szabályokat dolgozott ki a veszélyesáruk rajnai szállítására (ágyúpor, robbanóanyagok, mérgező és maró anyagok stb.). Az ADN rendelet 1971-ből származik, új változata pedig 1995. január 1-jén lépett hatályba. Ez az új változat

mélyreható átalakításon esett át az ADR (közúti) és RID (vasúti) előírásokkal való jobb harmonizáció érdekében. A szerkezetátalakítás 2002-ben befejeződött és az új, átstrukturált változat 2003-ban lépett hatályba. Az ADNR egy regionális jogszabály volt, mely a Rajnára vonatkozott és előírásokat tartalmazott a szállítandó áruk csomagolására, a hajók felszerelésére, a szállítmányok dokumentálására és a személyzet képzésére vonatkozóan.

2009-ben az váltotta az ADNR-t az ADN, amely kiterjedtebb szabályozást biztosít az egész európai belvízi rendszerre.

2.6. Hajó adatok

A TMS Waldhof a Lehnkering Rhein-Fracht Mannheim-i hajózási társaság, a Lehnkering duisburgi társaság leányvállalata kettős héjazatú tartályhajójának a neve. A 2005ös módosítások után méretei: 110 méter hosszú és 10,5 méter széles, teljesen megrakva 3,15 méteres merüléssel jellemezhető.

A hajót 1993-ban építették a Damen hajógyárban Hardinxveldben a zwijndrehti Euomar BV számára. A felépítmény és a meghajtórendszer a hátsó részen van elrendezve, a hajó rozsdamentes acél tartályokkal rendelkezik, középső hosszanti válaszfal nélkül, és „C” típusú savtartályhajónak minősül.

2005-ben a hajót 24 méterrel meghosszabbították, és két további tartályt építettek hozzá. Az átalakítás után a hajónak így hét tankja volt. Az átalakítás után a maximális merülést 2,80 méterről 3,15 méterre emelték, a teherbírása pedig 1517 tonnáról 2426 tonnára nőtt. Az újonnan jóváhagyott bizonyítványban a betöltött anyag megengedett sűrűségét köbméterenként 1,3 tonnában határozták meg, amennyiben a tartályok teljesen meg vannak töltve. Nagyobb sűrűségnél a tartályok feltöltését arányosan csökkenteni kellett, de a szabad felületek befolyását a lehető legalacsonyabb szinten kellett tartani (a TMS Waldhof balesetének egyik okozója a túl nagy szabad felület volt). A hajó hosszirányú stabilitása miatt, amely a tartályok töltöttségi fokának csökkenésével csökkent, a stabilitási vizsgálat a rakomány sűrűségét maximum 1,62 t/m³-re korlátozta, ami öt tartál 80,2 %-os töltöttségi szintjének felel meg, öt teli és két üres tartállyal. A rakomány mennyisége ebben az esetben 2200 tonna, szemben a 2426 tonna teherbírással. A teherbírás még alacsonyabb kihasználásával további, kellően stabil rakományok is lehetségesek lennének, amihez a Germanischer Lloyd (elismert hajóosztályozó társaság) jóváhagyásának feltételéül szabta a rakománykomputer használatát a hajó fedélzetén. A balesetet követően és a javítások után a hajó 2012. áprilisa óta „Auriga” néven ismét úton van Európa belvizein.

2.7. A szállított anyag – kénsav – UN 1830

A kénsav (H_2SO_4) veszélyes anyag, színtelen, szagtalan folyadék. Nagy sűrűségű, olajos állagú, sűrűsége majdnem kétszerese a vízének, $1,83\text{g/cm}^3$. Kétértékű erős ásványi sav. Vízzel korlátlanul elegyedik. Vízzel való elegyítése erősen exoterm, így a tömény kénsavoldat hígításakor mindig a kénsavat öntjük a vízbe vékony sugárban, állandó kevergetés közben. Lúgoldattal közömbösíthető. Erélyes oxidálószer, még a rezet vagy az ezüstöt is képes oxidálni.⁶

A kémiai ipar egyik legfontosabb vegyülete, a legnagyobb mennyiségben előállított anyag. 2001-ben 165 millió tonnát gyártottak belőle. Legnagyobb arányban a műtrágyaipar hasznosítja, de szinte minden vegyipari ágazat alapanyagként használja.

Veszélyesáru szállítás szempontjából a 96%-os kénsav Biztonsági adatlapja (EK) 1907/2006 REACH Rendelet szerint az alábbiakat tartalmazza: GHS alapján a GHS05-ös

⁶ Egy veszélyes anyag – A kénsav – Forrás: nkp.hu

piktogrammal van felcímkézve, ami maró, korrozív hatású anyagra utal, súlyos égési sérülést, szemkárosodást okozhat.

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. Módszertan bemutatása

Dolgozatom a következő módszertant alkalmazza: eset tanulmányozása, baleset körülményeinek felmérése, a baleset környezete és balesetben érintett hajó(k) bemutatása, vonatkozó szabályzatok ismertetése, szabályok követésének elmaradásának ismerete és

módosításának okai, módosított szabályzások taglalása, analízis katasztrófavédelmi szempontból, valamint a mentési folyamatokról és jövőbeli felvetések a hasonló balesetek elkerülése érdekében.

3.2. A baleset

A TMS Waldhof 2011. január 12-én, 21:30 körül hagyta el a nyugat németországi Ludwigshafen-i kikötőt, hogy elinduljon Antwerpenbe, hogy ott kiürítse a rakományát, amely 2378 tonna 96%-os kénsav volt.

A Rajnán találhatóak radar által monitorozott szakaszok: ez azt jelenti, hogy mielőtt odaér egy hajó az adott folyószakaszra, jelentenie kell a radarállomásnak érkezését. Ezt követően az állomás informálja a hajót az elkövetkező három veszélyes kanyarban fennálló forgalmi helyzetről, érkező esetleges 110 méter feletti, úgynevezett hosszú hajókról. Ezekután, a kapitány felelőssége és döntése, hogy kell-e esetleg lassítani, várakozni a nagy forgalom és az arra közlekedő hajók miatt. Ennek eleget téve a TMS Waldhof jelentette rádióan érkezését “Wahrschaustrecke” -i szakaszra (Oberwesel és St. Goar közti radar által megfigyelt szakasza) az Oberwesel-i radarállomásnak 2011. január 13-án, 04:32 perckor.

Ezután elhaladt egy tolóhajó mellett, majd 04:41-kor egy tartályhajó mellett, mellyel a Rajna “Betteck” nevű pontján, a 553,4 kilométerénél találkozott. Ezen hajó az áramlás irányában haladt. Majd 04:42-kor, tehát a tartályhajó mellett történő elhaladás után egy perccel, az 553.75 kilométernél a TMS Waldhof a jobb oldalára borult és eltűnt az Oberwesel-i regionális közlekedési központ radarképernyőjéről. A járési parancsnokságon és a radarállomáson dolgozóknak egy ilyen léptékű baleset elképzelhetetlen volt és némi időbe telt, amíg az észlelés után megfelelően besorolták. Ezt követően azonnal leállították a forgalmat és segélyintézkedéseket kezdeményeztek: riadóztatták a vészhelyzeti irányító központ, tűzoltóságot, vízi rendőrséget, ügyelet és a WSA Bingen riasztást kapott.

A hajó tehetetlenül és navigálhatatlanul sodródott tovább az oldalán, elhaladt egy áramlás irányában navigáló hajó mellett, majd körülbelül 04:46-kor a Rajna 554,6 kilométerénél összeütközött egy ismét áramlás irányában/felfelé haladó tartályhajóval. Ezek után a TMS Waldhof orrát a sodrás a Rajna bal partja fele kényszerítette, ahol egy kis időre megrekedt, majd kiszakadt és a folyón keresztben sodródott tovább, óriási veszélyt jelentve az éppen arra haladó hajókra, ugyanis a navigálási útvonalon úszott irányíthatatlanul több ezer tonnányi kénsavval a fedélzetén. Ahogy feljebb részleteztem, a Rajna ezen szakasza fokozottan veszélyes az erős

áramlat, éles kanyarok és a nagy forgalom miatt- így rövid időn belül újból két hajó mellett elhaladt, 04:49-kor és 04:50-kor, 04:51-kor, a folyó 555,3 kilométerénél zátonyra futott. Először a tatja szorult be, így az áramlat visszafordította a hajót az oldalfekvésből egyenesbe, majd a sodrás átkényszerítette a navigációs csatorna jobb szélére, ahol aztán végleg megállt, bal oldalára dőlve.¹¹



1. ábra: Az oldalára borult TMS Waldhof ¹²

¹¹ Investigation of the TMS Waldhof accident – Interim report – Forrás: wsv.de

¹² 2. ábra: Waldhof-Havarie: »Akropolis« trifft keine Schuld – Forrás: Binnenschifffahrt Online - Letöltés: 2024.09.17.

4. BALESET ELEMZŐ VIZSGÁLATA

4.1. A baleset utáni nyomozás, mentés

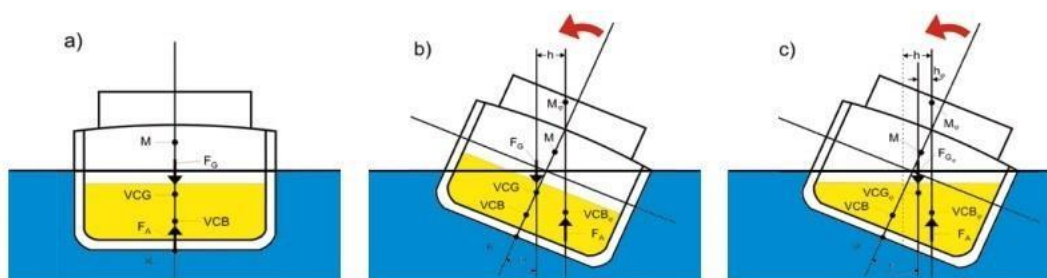
Sajnálatos módon a négy fős személyzetből ketten életüket vesztették – egy főt holtan találtak a hajótestben, a másik személy a mai napig eltűntként van nyilvántartva.

A baleset súlyossága és jelentős következményei miatt a Szövetségi Közlekedési, Építési és Városfejlesztési Minisztérium (BMVBS) úgy döntött, hogy a TMS Waldhof katasztrófáját és annak okait egy interdiszciplináris szakértői csoport vizsgálja ki, a Dél-nyugati Vízi- és Hajózási Igazgatóság vezetésével. Ennek a bizottságnak részeként a Szövetségi Vízügyi Intézet (BAW) hajóvezetési szimulációs szakcsoportját bízták meg azzal, hogy rekonstruálja a baleset közvetlen előzményeit a hajó felborulásáig egy belvízi hajóvezető szimulátoron, és vizsgálja meg azokat a külső hatásokat, amelyek hozzájárulhattak a hajó felborulásához.

Megállapították, hogy a hajó 3,15 méteres merüléssel volt megrakva (maximalizálva volt), és a rakomány egyenletesen elosztott mind a 7 középső tartályban. A 96%-os koncentrációjú kénsav sűrűsége ($1,84 \text{ t/m}^3$) miatt az összes tartály körülbelül félig volt megtöltve.

A TMS Waldhof dinamikus modelljének elkészítéséhez szükséges adatokat (amelyek általában természetes mérésekből származnak) a baleset következtében már nem lehetett begyűjteni. Emiatt egy hasonló hajó adatait használták fel. Különös figyelmet fordítottak a hosszanti tengely körüli forgás mozgásegyenletének validálására, mivel ez a hajó stabilitását írja le. Ezt a mozgásegyenletet a TMS Waldhof terhelési állapotához igazították, hogy a hajó stabilitásának viselkedését megfelelően modellezzék.

A stabilitás fogalma a hajóépítésben azt jelenti, hogy egy hajó képes fenntartani függőleges úszó helyzetét, vagy adott esetben egy dőlő nyomatékra – azaz egy olyan erőhatásra, amely a hajót hosszanti tengelye mentén megdönti – reagálva saját erejéből vissza tud állni az egyensúlyi úszó helyzetébe.



3. ábra - Hajó stabilitása: a) Függőleges, zavartalan úszóhelyzet. b) Dőlt úszóhelyzet mozdulatlan rakománnyal. c) Dőlt úszóhelyzet mozgó rakománnyal.¹³

A hajó zavartalan, függőleges úszó helyzete következőképpen mutatható be: A hajó alján található a hajófenékpont (K). A középsíkban felette helyezkedik el a merülési középpont

(Vertical Centre of Buoyancy – VCB), felette a hajó súlypontja (Vertical Centre of Gravity – VCG), és felette a metacentrum (M), amely a középsík és a szomszédos felhajtóerő irányának metszéspontja. Nincs külső dőlési nyomaték, és a VCB és a VCG a középsíkban helyezkednek el (*Lásd: 3. ábra, a.) képe*).

Az 3. ábra b.) képen a hajó egy megdőlt úszóhelyzetben látható, a dőlési (statikus) vagy billenési (dinamikus) szöggel (ϕ) ábrázolva. A merülési középpont (VCB) a dőlés következtében az elmerült hajóoldal irányába tolódik el. Feltételezve, hogy a rakomány mozdulatlan (sárga terület), a súlypont (VCG) a hajóban marad. A VCG és a VCB között egy kar (h) keletkezik. A felhajtóerő (FA) és a hajó súlya (FG) egy helyreállító nyomatékot hoznak létre.

Ha a rakomány a hajón belül – mint például a TMS Waldhof esetében, ahol a középső tartályok csak részben vannak feltöltve – szabadon mozoghat, a hajó dölésekor a rakomány elmozdul (*3. ábra, c.) képe*), és ezzel a súlypont ($VCG\phi$) helyzete az elmerült hajóoldal irányába tolódik el. A helyreállító nyomaték karjának ($h\phi$) mérete csökken. Ha a súlypont ($VCG\phi$) helyzete oldalirányban jobban eltolódik, mint a merülési középpont (VCB), akkor egy dőlési nyomaték keletkezik, és a hajó felborul.

A szimulációhoz a kérdéses szakasz hajózási területét, beleértve a vízállást (Kaub mérőállomásnál: 572 cm), modellezték. Az érintett hajókat a rendelkezésre álló bemeneti adatok alapján modellezték, és a forgatókönyvet a TMS Waldhof felborulásáig rekonstruálták. Egy szakértői iroda szerint a Waldhof főmotorja leállt, mielőtt víz került volna a gépházba. Ez felveti a kérdést, hogy meddig működött biztonságosan a motor. Ez döntő fontosságú mind a

¹³³ 3. ábra: BAW Aktuell 01/2013 – Forrás: izw.baw.de - Letöltés: 2024.08.25.

felborulási folyamat, mind pedig a TMS Waldhof egy esetleges egymás melletti elhaladás vagy ütközés utáni további útvonalának szempontjából.

Az utolsó hajó, ami mellett elhaladt a TMS Waldhof, az Acropolis nevű nagy méretű áruszállító hajó (üGMS) volt. A két jármű találkozását a hajóvezetési szimulátoron két szakértő is 14 alkalommal szimulálta a TMS Waldhof szemszögéből, és közben meghatározták a TMS Waldhof által használt gépteljesítményeket is. Kiderült, hogy a hajtómű legalább 04:42:15 óráig, a Rajna 553,71 km-es szelvényéig, tehát a tartályhajó felborulásáig működött. A hajó tehát teljesen manőverezhető volt.

Tisztázni kellett azt is, hogy van-e okozati összefüggés az Acropolis-al való találkozás és a TMS Waldhof felborulása között. Mivel a TMS Waldhofnak biztosítania kellett a szükséges

közlekedési területet a szembejövő hajó számára, a „Betteck” kanyarulatot a jobb hajózási útvonal felén kellett bevennie. Ez azt eredményezte, hogy a tartályhajónak ebből a pozícióból kisebb ívben kellett kanyarodnia a „Betteck” kanyarulatban, mint általánosságban. A két hajó találkozása tehát befolyásolta a hajó útját.

A szimulációk azt is megmutatták, hogy a találkozás után a továbbhaladás lehetséges lett volna egy stabil és manőverezhető hajóval, még egy ilyen kedvezőtlen helyzetből is. A Acropolis szorosan a navigációs útvonal bal oldalán haladt, hogy a TMS Waldhof számára a lehető legtöbb helyet biztosítsa. Mindkét hajó tudott a másik érkezéséről és arról, hogy melyikük hol fog elhaladni az adott szakaszon.

A vizsgálatok azt mutatták, hogy a borulási nyomatók a Rajna 553,78-as kilométerénél érte el a maximumát, pont azon a szakaszon, ahol a TMS Waldhof radarjele megszűnt. Ez a nyomatók az erős centrifugális erők eredménye, amelyeket a gyors kanyarvétel és a kis, körülbelül 300 méteres kanyarsugár váltott ki. Ezt követően a hajó keresztirányban a part felé halad, ahol kisebb áramlási sebességekkel találkozik. A hajótest oldalirányú áramlási sebessége megnövekszik, és a borulási nyomatók tovább erősödik.

Ahhoz, hogy a hajózóút mentén maradhasson, a hajóvezető kénytelen volt úgy állítani a kormányt, hogy megállítsa a hajó forgási impulzusát a függőleges tengely körül. Ez a stabilizáló manőver újabb borulási nyomatókot eredményezett. Mindez együtt azt okozta, hogy a hajó jobbra dőlt. Ezt követően a rakomány elkezdett erősen mozogni a tartályokban, ami tovább csökkentette a hajó stabilitását. A hajó hosszanti tengelye körüli tehetetlenségi nyomatók miatt a borulási nyomatókok maximumát körülbelül 5 másodperccel a stabilizáló manőver befejezése után érték el.

A szimuláció során végzett tesztek sok értékes információt adtak a közlekedési helyzet értékeléséhez. Azonban a maximális borulási nyomatók, amely a radarjel eltűnésének helyén jelentkezett, nem elegendő ahhoz, hogy egyértelműen kijelentsük, hogy itt a hajónak feltétlenül fel kellett volna borulnia.

A hajóvezetési szimulátorban egy kétdimenziós, mélységben átlagolt áramlási modellt alkalmaztak, és a rakomány mozgását statikusan kezelték. Így a Rajna háromdimenziós áramlási hatását a hajótestre, valamint a részben feltöltött tartályokban lévő rakomány dinamikus viselkedését (lötyögést) nem vették figyelembe. Mindkettő borulási nyomatókot hozhat létre. Ahhoz, hogy meghatározzák, mi vezetett végül a hajó felborulásához, mindkét tényezőt figyelembe kellett venni, így háromdimenziós tesztelést is végeztek.

A háromdimenziós áramlás elemzése során, egy háromdimenziós hidrodinamikai numerikus modell (3D-HN-modell) segítségével megállapították, hogy ezen a Loreley-nál a navigáció rendkívül nehéz. Az áramlási viszonyok a vízhozam és a hajó pozíciója alapján egyenetlen hidraulikai terheléseket okoznak a hajón. Továbbá egyértelművé vált, hogy körülbelül a Rajna 553,7-es kilométerénél, a piros hajóútjelző bója környékén olyan áramlások vannak, amelyek egy lefelé haladó hajó számára egy borulási nyomatókot hoznak létre jobbra. Annak érdekében, hogy a háromdimenziós áramlás hatását a hajótestre közvetlen kölcsönhatásban a tartályokban lévő rakomány dinamikus viselkedésére vonatkozóan is értékelni lehessen, a FutureShip GmbH kibővítette a 3D-HN-modellt egy háromdimenziós geometriai modellel, amely figyelembe veszi a TMS Waldhof tartálygeometriáit is. A hajómodell a hajózási körülményeknek megfelelően mozog az áramlási modellben. A tartályokat a rakományellenőrzési jelentés szerint kénsavval töltötték fel, és ezt szabad felszínnel rendelkező folyadékként modellezték. A háromdimenziós dinamikai vizsgálatokhoz a Waldhof modelljét a kialakított áramlásban mozgatták, ennek következményeként kiderült, hogy a háromdimenziós áramlási területek további dőlési nyomatókat hoztak létre. Ezenkívül a hajó jobboldali pereménél a ferde áramlás következtében egy alacsony nyomású terület alakult ki, amelynek erőssége és az ebből eredő dőlési nyomatók a hatékony sodródási szögtől, az oldalsó áramlási sebességtől és a dőlési szögtől függ. Végül ezek a dőlési nyomatók, a szimulátorban meghatározott nyomatókkal együtt, a hajót a Rajna 553,75 km-nél lévő szakaszánál, a piros hajózási határbója közelében a számítógépes szimulációban is felborították.

Ezen felismerések mellett további vizsgálatok azt mutatták, hogy a TMS Waldhof rakodási módja nem felelt meg az érvényes előírásoknak. Egy szabályosan megrakott hajó elegendő stabilitással rendelkezett volna ahhoz, hogy elviselje az összes bemutatott dőlési nyomatókat.⁷

A TMS Waldhofot üzemeltetők a teljes kárt körülbelül 3,5 millió euróra becsülték és pert indítottak az Acropolis tulajdonosai ellen. A perben körülbelül 1,6 millió eurót követeltek. Az indoklás a következő volt: az "Acropolis" legénysége nem megfelelően vezette a hajót, nem lett volna szabad behajózniuk a "Betteck" szűkületbe, amely egy különösen veszélyes szakasz, és ezért részben felelősek a balesetért.

A Rajna-hajózási bíróság a hivatalos és ügyészégi vizsgálatok eredményei alapján elutasította a keresetet. A fellebbezésért ezután a Köln-i Felsőbíróság (Rajna-hajózási

⁷ BAW Aktuell 2013 – Forrás: izw.baw.de

felsőbíró) volt a felelős. Ám a fellebbezést is elutasította a Köln-i bíróság, melyet azzal indokolt, hogy az „Acropolis” hajóvezetésének nem róható fel gondatlanság. Bár a „Waldhof” balesete után, ha a „Betteck” szakaszon, ha magas vízállás van, általános „találkozási tilalmat” vezettek be a hajók számára, ami azt jelentette, hogy azon szakaszon a hajók nem mehetnek el egymás mellett. A baleset idején érvényes szabályok szerint a hegymeneti hajónak csak akkor kellett volna várakoznia, ha a hajók figyelmeztető rendszere – az úgynevezett „Wahrschau” (dolgozatomban későbbi részében bemutatásra kerül) – nem működött volna. A figyelmeztető táblák azonban a baleset idején vitathatatlanul működtek, ezért a hajók találkozása a magas vízállás ellenére is megengedett volt. A Rajna-hajózási rendtartás különleges szabálya, amely előírja, hogy a hegymenetben lévő hajónak szűkületeknél várakoznia kell, nem volt alkalmazható, mivel a „Betteck” nem minősül szűkületnek ezen rendelet értelmében. A bírósági szakértő meggyőzően kifejtette, hogy a hajózási útvonal elég széles volt a két hajó találkozásához.

Az „Acropolis” hajóvezetése továbbá nem sértette meg az általános hajózási gondossági kötelezettségeket. A Rajna-hajózási rendtartás 6.04 §-a szerint a hegymeneti hajónak megfelelő utat kell biztosítani a völgymeneti hajónak. Azonban, hogy a völgymeneti hajónak mennyi helyre van szüksége, azt saját magának méri fel, a saját felelősségére. Ezen alapelvek figyelembevételével megfelelő út volt biztosítva mindkét hajónak az egymás melletti elhaladáshoz. A felperes állítása, miszerint az „Acropolis” kedvezőtlen útvonalra kényszerítette a „Waldhof” -ot, nem nyert megerősítést a szakértő által. A radarképek elemzése inkább azt mutatta, hogy az „Acropolis” a találkozás során optimális útvonalat választott a bal oldali hajózási útvonal szélén. A bíróság azt sem fogadta el, hogy a savtanker csak korlátozottan volt manőverezhető. A rakodás súlyosan megsértette az európai rakodási előírásokat, a TMS

Waldhof már a rakodás után jobbra dőlt, és 633 tonnával túl volt terhelve. A Karlsruhe-i Vízügyi Szövetség vizsgálati jelentésében megállapította: a baleset „legfőbb oka a hét rakodótartály csak részleges feltöltése volt.

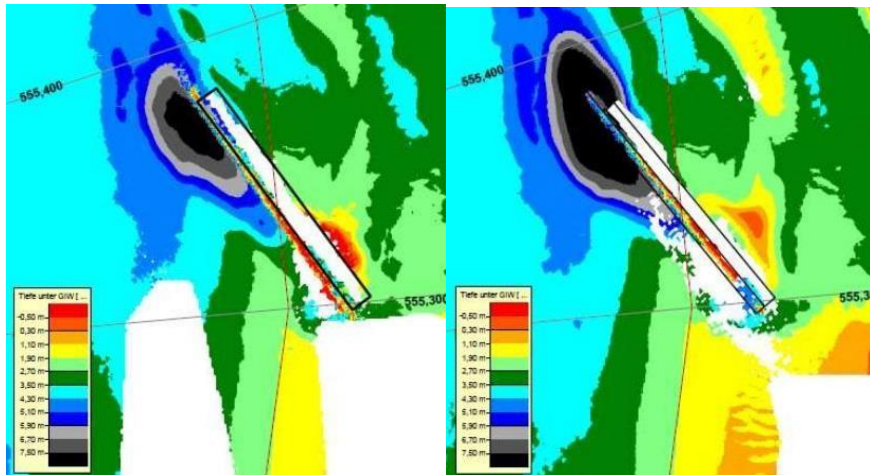
A végleges ítélet: A „Waldhof” kizárólag a helytelen rakodás miatt volt olyan instabil, hogy a jelentős keresztáramlatok és a szűk kanyar miatt már nem volt megfelelően irányítható.⁸ A baleset miatt Rajna ezen szakaszát le kellett zárni, így több, mint 420 hajó (egyes adatok

⁸ Waldhof-Havarie: »Akropolis« trifft keine Schuld - Forrás: Binnenschifffahrt Online

szerint akár jóval több is) vesztegelt a környéken, várva az áthaladás engedélyezését. Az utolsó hajót három és fél héttel a baleset után engedték át.

A baleset után a mentőegységek elsődleges szempontja a hajó áramtalanítása volt, hogy amire megérkeznek az úszódaruk, biztonságos körülmények közt kezdhessék meg a mentési munkálatokat. Kettő, a mentéshez használni kívánt úszódaru nem tudta megközelíteni a hajót a magas vízállás miatt, ugyanis nem fértek el egy híd alatt a Rajna Ruhr-vidéki szakaszán. A vizsgálatok során 2011. január 27-én felfedezték, hogy a folyóvíz behatolt a rakománytérbe, így a hajótestben hidrogén keletkezett, melytől robbanásveszély állt fenn. A hidrogént nitrogénnel kiöblítették a tartályokból és folytatták a munkálatokat.

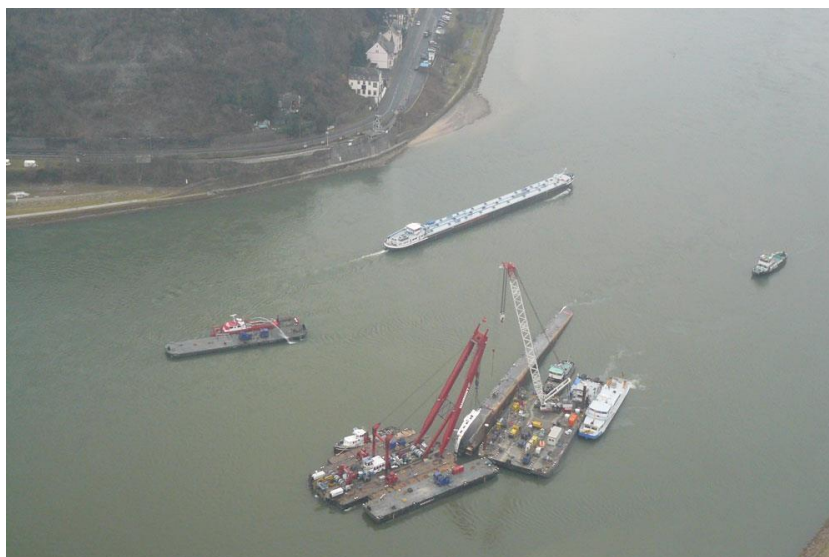
Miután a Rajna vizének behatolása miatti korrózió során keletkezett hidrogént nitrogénnel kiöblítették a tartályokból, február 5-én a legkönnyebben hozzáférhető 7-es tartályból a tömény savat egy tartályhajóra könnyítették. A terv az volt, hogy a többi tartályból a savat a már üres 7-es tartályba pumpálják és onnan kiszivattyúzzák. Az áramlat azonban idővel négy méter közeli mélységet okozott az orr területén, így a hajó biztonságos helyzete már nem tűnt garantáltnak, valamint a túl nagy súlykülönbség a tartályok között a hajótest eldeformálásához vezetett, így a szakértők meghozták a nehéz döntést, hogy a Rajnába engedik a kénsavat, felügyelet alatt.



4-5. ábra: A TMS Waldhof orra alatt kialakuló mélység a baleset utáni 3. és a 9. napokon¹⁶

A kiszivattyúzott mennyiség segítségével kiszámolták, hogy milyen ütemben és gyorsasággal engedhetik a folyóba az kénsavat, ezzel megelőzve a halállomány pusztulását és az élővilág nagyobb károsodását. Ezen felül a Rajnát övező települések ivóvizére sem jelentett veszélyt az akció, a kiszivattyúzott mennyiségek gyors felhígulása miatt. A Rajna normál pH értéke 8,0 és 8,1 közt van, a Waldhoftól 200 méterre végzett mérések 6,2-t mutattak, 400 méterre végzetek pedig 7,2-t. Miután leeresztették a folyóba a megadott mennyiséget, 2024 február 13-án 10:00 óra környékén a két első tank kiszivattyúzásával és három úszódaru segítségével visszabillentették a hajót eredeti állásába. A hajót ezekután a délutáni órákban vontatták el a hajózási útvonalból és másnap reggel a kikötőbe húzták, így ezzel újra megnyitva a forgalmat.

¹⁶ 4-5. ábra: UNECE: 04_Tanker_accident_Rhine_Mauermann_Eng – Forrás: unece.org - Letöltés: 2024.09.17.



6. ábra – A Waldhof mentése¹⁷

4.2. Balesetet kiváltó okok

Az előző fejezetben kitértem a nyomozásra és a szimulációs szakcsoport által elvégzett vizsgálatokra, melyet bizonyítják a súlyos szabályszegést. Ebben a fejezetben folytatom tovább az baleset okainak bemutatását.

A TMS Waldhof úgy épült és lett felszerelve 1993-ban, hogy az megfeleljen a hajózási törvény és a veszélyesárak szállítását szabályzó törvények speciális előírásának, amelyek a baleset idején, valamint a hajó építésekor és felújításakor voltak érvényben, tehát ebből a szempontból megfelelt a követelményeknek. A legénység száma és képzettségük szinte is megfelelt a Rajnai Hajók Ellenőrzéséről Szóló Rendelet előírásának (lásd: Belvízi hajózásra vonatkozó ellenőrzési rendelet, XI. melléklet). A balesetet közvetlenül megelőző útja 2011. január 13-án a magas vízállás, a nagyon erős és rapszodikus áramlás és jelentős forgalom ellenére is megfelelt a Rajnai Rendőrségi Szabályzásnak, így ebben sem volt hiba. A hajó rendelkezett érvényes engedéllyel a 96%-os kénsav szállítására, az ADR tanúsítvány és a hajóosztályozó társaság által kiadott anyagjegyzék alapján (ADNR 2009 - 7.2.2.8.3.).

Viszont a baleset bekövetkezésekor a TMS Waldhof nem felelt meg az ADN 2011-ben és/vagy az ADNR 2003-ban meghatározott stabilitási kritériumainak és nem felelt meg a Rajnai Rendőrségi Rendelet 1.07. cikkének bekezdésében található követelményeinek.¹⁸

¹⁷ 6. ábra: Waldhof-Havarie: »Akropolis« trifft keine Schuld - Forrás: Binnenschifffahrt Online - Letöltés: 2024.09.17.

¹⁸ Report on the occurrence and causes of the accident involving the TMS Waldhof on 13. January 2011 on the Central Rhine – Forrás: wsv.de

A stabilitási dokumentumok alapján, amelyeket a minősítő társaság megvizsgált és jóváhagyott, a TMS Waldhof esetleges sérülés utáni stabilitását csak olyan rakodási körülmények között dokumentálták, amelyek a 1,62 t/m³ sűrűségű rakományra vonatkoznak, legfeljebb 3,11 m merülési mélység mellett.

A TMS Waldhof gyenge stabilitási körülményeinek okaként az nem megfelelő rakományelosztás tekinthető (azaz a hét tartály részleges feltöltése), amely túlzottan nagy szabad felületeket eredményezett, ezzel csökkentve a stabilitást. Valamint valószínű, hogy a portoldali (bal oldali) részen található volt két lyuk, amelyek miatt az 5-ös ballaszttartályban is volt ballasztvíz, ami tovább súlyosbította a már amúgy is kritikus stabilitási körülményeket. A „C” típusú tartályhajókra vonatkozó stabilitási kritériumokat az ADN 9.1.3.13. fejezete tartalmazza. Ezen szakasz a hajók stabilitásával kapcsolatos előírásokat taglalja, az ép és lékesedett hajótestekre is kitérve. Az ép hajótest stabilitását különböző kritériumok alapján kell értékelni, beleértve a metacentrumi magasságot, a stabilitási görbét és a visszaállító nyomatékot. A hajó stabilitását különböző terhelési feltételek mellett kell vizsgálni, beleértve a teljesen feltöltött, részben feltöltött és üres állapotokat. Az ép hajótest stabilitásának biztosítása érdekében biztonsági tartalékokat kell beépíteni, amelyek figyelembe veszik a hajó mozgását, a rakomány elmozdulását és a külső erőhatásokat.

A lékesedett hajótest stabilitását különböző lékesedési forgatókönyvek alapján kell értékelni, beleértve a hajó különböző részein bekövetkező lékeket. A lékesedett hajótest stabilitását a vízbetörés szimulációjával kell vizsgálni, figyelembe véve a víz eloszlását és a hajó dőlését. A lékesedett hajótest stabilitásának fenntartása érdekében vészhelyzeti intézkedéseket kell kidolgozni, beleértve a vízszivattyúzást, a lékek lezárását és a rakomány áthelyezését. Az ADN ezen szabályzásával biztosítja, hogy a hajók stabilitása mind ép, mind lékesedett állapotban megfelelő legyen a biztonságos üzemeltetéshez.⁹

Az akkori (2011-ben érvényben lévő) vonatkozó szabályokat kigyűjtöttem: RheinSchPV

- § 1.07: A rakomány nem veszélyeztetheti a stabilitást
- Teherszállító hajók stabilitása

⁹ ADN 2013

RheinSchUO

- § 3.02: A hajók stabilitásának meg kell felelnie a rendeltetésüknek

-
- § 15.03: Különleges stabilitási követelmények utasszállító hajókra
 - § 17.07: Különleges stabilitási követelmények úszó eszközökre
 - 22. fejezet: Különleges stabilitási követelmények teherszállító hajókra
 - § 22a.04: Különleges stabilitási követelmények 110 méternél hosszabb járművekre

ADN

- 1.2, 9.3: A rakomány számítógépes rakodási műszerekre vonatkozó követelményei
- 8.2.2: A stabilitás a szakértői képzés vizsgájának része
- 9.1.0: Különleges stabilitási követelmények szárazáru-hajókra
- 9.2.0: Különleges stabilitási követelmények tengeri hajókra
- 9.3: Különleges stabilitási követelmények tartályhajókra
- Felszerelés számítógépes rakodási műszerrel

RheinSchPersV

- § 5.03: A stabilitás a szakértői alapképzés része az utasszállító hajózásban
- D7-es melléklet: A stabilitás ismerete a Rajna-patent megszerzésének vizsgaprogramjának része

Ez jól mutatja, hogy a szabályzatok fedik egymást, így ha azok szabályszerűen be vannak tartva, a hajók stabilitása és biztonsága minden szempontból megfelelően biztosított lenne.

4.3. Baleset gazdasági és környezetvédelmi következményei

Összesen elmondható, hogy baleset után és a mentési munkálatok közben körülbelül 343 és 523 tonna közötti kénsav szivárgott a Rajnába, 550 tonnát átszivattyúztak egy másik hajóra és 1150-1330 tonnát pedig beleengedtek a folyóba, erősen felügyelt munkálatok mellett. A környező terület az UNESCO világörökség része és kis mértékben károsodott.

A mentést végző Mammoeth Maritime GmbH rendkívül nehéz és robbanásveszélyes körülmények közt emelte ki a roncsot, 25 szakértő és mérnök bevonásával, darukkal, vontató és tolóhajókkal, csörlőpontonokkal és speciális kénsavhoz megfelelő berendezésekkel.

A NEA (National Environment Agency – Nemzetközi Környezetvédelmi ügynökség) tanulmánya a társadalmi és gazdasági hatásokat vizsgálta egy hajóbaleset kapcsán, mint például a közvetlen károk, várakozó hajók költségei, az alternatív szállítás szükségessége, valamint az ipari termelés akadályoztatása.

- Alternatív szállítási költségek: A baleset miatt drágább szállítási módszerekre kellett átállni. Az áruk összértéke 3,19 milliárd euró volt, a szállítási költségek pedig tonnánként 25-30 euróra emelkedtek, ami összesen 20-34 millió euró többletköltséget jelentett.
- Ellátási lánc hatásai: A baleset a készletek felhalmozódásához és a termelés csökkenéséhez vezetett, ami ismét több millió eurós kárt okozott.
- Közvetlen károk: Ide tartoznak a halálos áldozatok, az elveszett rakomány, a mentési költségek és a hajóban esett károk. Az áldozatnak és családjuknak okozott kár értéke 34 millió euró. Az elveszett rakomány értékét 0,2426 millió euróra becsülik, a mentési költségek pedig 0,5-1 millió euró között lehetnek.
- Várakozó hajók kárai: A sorban álló hajók összesített kára körülbelül 19 millió euróra tehető, ami hajónként átlagosan 40 000 euró jelent. A NEA tanulmánya szerint a várakozó 475 hajónak további költségei is keletkeztek, mivel sok hajónak nem volt megfelelő kikötési helye, szokatlan helyeken kellett horgonyozniuk, és megnőtt a balesetveszély is. Néhány hajó lakóhelyek közelében kötött ki ideiglenesen. (Ugyanakkor a CCNR hivatalos jelentése vitatja a NEA adatait, és úgy becsüli, hogy csak 200 hajó várakozott, és elegendő kikötőhely állt rendelkezésre.)

A NEA a teljes költséget 50-55 millió euróra becsülte, de ebben nem szerepeltek a mentési költségek, a termelés átállásának költségei, valamint a termelés és fogyasztás negatív hatásainak költségei.

4.4. Változások a szabályokban

A Waldhof balesetvizsgálatának következtetései új felismerésekhez és szabályozásokhoz vezettek. A Rajnai Hajózási Központi Bizottság (CCNR) módosította a

Rajnai Hajózási Rendőrségi Szabályzatot (RPNR) és a Rajnai Hajózási Ellenőrzési Szabályzatot (RVIR). Az RPNR 12. cikkét az új 12.02-es cikkelyre változtatták, amely új figyelmeztető táblák elhelyezését írja elő Oberwesel - St. Goar szakaszán (CCNR, 2013:75). Információ az új figyelmeztető táblákról: Az Oberwesel és St. Goar közötti 5 kilométeres szakaszon sem elegendő kilátás, sem pedig közvetlen rádiótelefonos kommunikáció nem áll rendelkezésre a hajók között (amennyiben igen, az nagyon gyenge minőségű) a szakaszt körülölelő hegyek és völgyek miatt, így a navigáció különösen nehéz, ezért hajózási forgalom irányítása érdekében „Wahrschau” rendszert alakítottak ki ezen a szűk szakaszon.

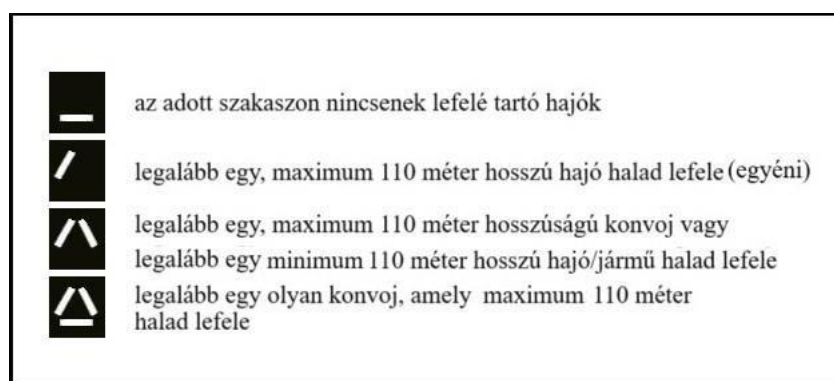
A kanyarokban történő találkozás elkerülése érdekében figyelembe kell venni, hogy a folyó erős áramlása miatt csak a felfelé haladó forgalom tud várakozni. A hajóvezetőknek tudniuk kell, hogy érkezik-e hajó és ha igen, akkor milyen típusú.

A lefelé haladó forgalom közeledését a felfelé haladó forgalom számára - kivéve a kishajókat - a C, D és E jelzőállomások jelzik.

Minden egyes jelzőállomás a felfelé haladó forgalmat különböző szakaszokban tájékoztatja. Minden szakaszhoz egy-egy jelzőmező tartozik. A fehér fényvonalak kombinációja szimbolizálja a hajó vagy a hajókollektíva típusát. Ez a rendszer egész évben, a nap 24 órájában működik.

A fényjelzéseket az Oberwesel-ben található folyami központ üzemelteti. A Wahrschau személyzet a teljes útvonalat monitorokon figyeli. Ez a négy part menti radarállomás segítségével lehetséges, amelyek jelentéseket és képeket továbbítanak a folyami központba.¹⁰

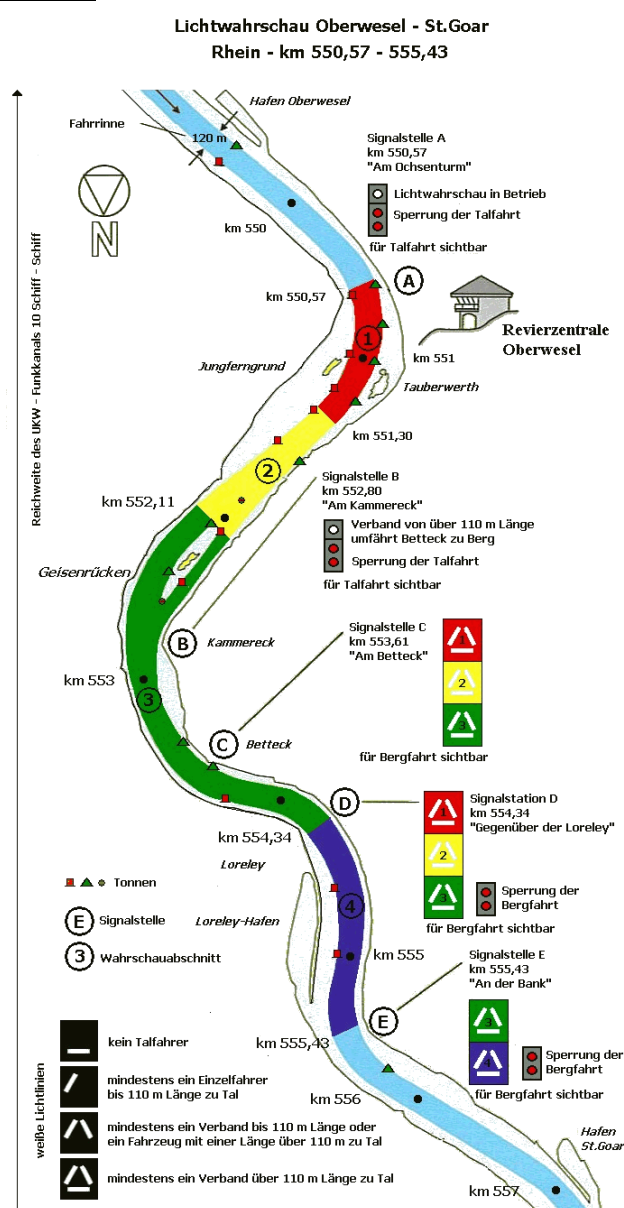
Ezen megújított jelzések bevezetése még kevesebb esélyt ad az emberi mulasztás által bekövetkezett balesetek előfordulására.



¹⁰ Wahrschau (warning signals) in the mountain distance of the Rhein river - Forrás: loreley-info.com ²¹

7. ábra: készítette: Lugosi-Beillard Laura - Készítés időpontja: 2024.08.05.

7. ábra: A szerző által készített ábra magyar nyelven a „Wahrschau” rendszerről²¹



8. ábra: Fényjelzések az Oberwesel – St. Goar közötti szakaszon²²

Második, és még fontosabb változtatás az RPNR 4.07-es cikkelyéhez hozzáadott 16-os protokoll, amely kötelezi az AIS és ECDIS rendszerek telepítését az RVIR 7.06 cikkelyének megfelelően. 2014. december 1-jétől minden hajónak (néhány kivételtől eltekintve, mint például a kis hajók) rendelkeznie kell AIS és ECDIS rendszerekkel.

Az automatikus azonosító rendszer (AIS) egy automatizált rendszer, amelyet a hajók használnak helyzetük és egyéb információik nyomon követésére. Lehetővé teszi a hajók

²² 8. ábra: Wahrschau (warning signals) in the mountain distance of the Rhein river - Forrás: loreley-info.com - Letöltés: 2024.08.18.

számára, hogy hatékonyan kommunikáljanak egymással és a hatóságokkal, javítva a navigációs biztonságot és hatékonyságot.

Az AIS rendszer a következő információkat továbbíthatja:

- Hajó neve és azonosítója (MMSI szám)
- Pozíció (földrajzi szélesség és hosszúság)
- Sebesség és irány
- Hajó típusa (pl. konténerszállító, tanker stb.)
- Célállomás és várható érkezési idő

Az AIS rendszer műholdakon és szárazföldi bázisállomásokon keresztül működik, és az adatok nyilvánosan is hozzáférhetők, így a hajók mozgása világszerte lekövethető. A rendszer használata kötelező a 300 tonnánál nagyobb hajók és minden utasszállító hajó számára, de kisebb hajók is használhatják a rendszert a navigáció és a biztonság növelése érdekében. Az AIS-t arra is használják, hogy elkerüljék az ütközéseket, mivel a hajók láthatják egymás helyzetét, irányát és sebességét, így előre megtervezhetik a manővereiket.

Az ECDIS rendszer (Electronic Chart Display and Information System) egy elektronikus térképmegjelenítő és információs rendszer, amely digitális formában jeleníti meg a hajók navigálásához szükséges információkat. Elérhetők rajta: Elektronikus térképek, pozíció, navigációs információk megjelenítése, figyelmeztetések és riasztások, adatintegráció. Az ECDIS használata a nagyobb hajók számára kötelezővé vált, mert jelentősen növeli a navigáció biztonságát és hatékonyságát. Rendszer megbízható és részletes információkat nyújt a kapitányok és a navigációs személyzet számára, így csökkentve az emberi hiba lehetőségét. Előírták a hosszanti válaszfalak behelyezését a tartályokba, mellyel véleményem szerint akár

megelőzhető lett volna a baleset, ugyanis kisebb felülete lett volna a kénsavnak mozogni, így nagy valószínűséggel nem tudott volna felborulni a hajó.

Az Európai Megállapodás a Veszélyes Árucikkek Belvízi Szállításáról (ADN) 2013-ban változott, és egy új követelményt vezetett be egy jóváhagyott számítógépes rakodóeszközzel vonatkozóan, amely 2015 elején lépett hatályba a C típusú tartályhajók esetében. A stabilitási szoftver megfelelőségét csak 2014 közepén érték el, alig több mint 700 hajónál. Az ágazat ezért halasztást kért a követelmények teljesítésére, és az ITC-n belüli vitákat generált (UNECE, 2015).

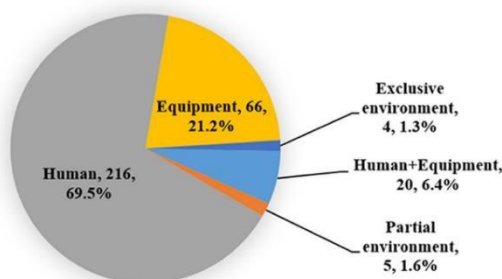
A baleset után módosított ADN kiter a 9.3.1.13.3 pontjában a következőkre: Az 1.16.1.2.5 pont szerinti hajó anyagjegyzékben lévő minden anyag relatív sűrűsége alapján, minden töltési, illetve ürítési állapotra és a végső töltési állapotra igazolni kell a kielégítő ép állapotban való stabilitást. A rakománytartályok, ballaszttartályok és –terek, ivóvíz, valamint szennyvíz tartályok, illetve a hajó üzemeltetéséhez szükséges anyagokat tartalmazó tartályok aktuális terhelési esetnek megfelelő töltési állapota mellett, a hajó minden egyes terhelési állapotára a hajónak meg kell felelnie az ép, illetve a lékesedett stabilitás követelményeinek. Az üzem közbeni közbenső állapotokat is figyelembe kell venni. A kielégítő stabilitást minden műveleti, rakodási és ballasztolási állapotnál a hajót osztályozó elismert hajóosztályozó társaság által jóváhagyott stabilitási útmutatóban kell igazolni. Amennyiben a műveleti, rakodási vagy a ballasztolási állapot előzetes értékelése gyakorlatilag kivitelezhetetlen, úgy a hajót osztályozó elismert hajóosztályozó társaság által jóváhagyott, a stabilitási útmutató tartalmát feldolgozó rakodási műszert kell beépíteni és használni.²³

A stabilitási útmutatónak ki kell térnie részletesen a hajó általános leírására, a működés rakodási állapotainak vonatkozó adataira és a ballasztvíz stabilitásra gyakorolt hatásának számításai olyan tájékoztatással, hogy van-e a ballaszttartályban rögzített szintmérő eszköz, vagy menetben a ballaszttartályoknak teljesen telinek vagy üresnek kell lenniük (összes kritérium felsorolva a 9.3.1.13.3. pont alatt).

ADN 2013-as bevezetésével azt is előírják, hogy a stabilitási könyvben a vizsgált rakodási esetek során mindig szerepelnie kell a hajó hosszanti hajlítónyomatékaival és keresztirányú erőivel kapcsolatos információknak is.

A Waldhof stabilitási problémái kérdéseket vetettek fel a hajós személyzet képzésének modernizálásával kapcsolatban is. Általánosan elfogadott, hogy a legtöbb baleset emberi hibából ered. Például, a rakomány stabilitásának ismerete életmentő tényezőként szerepel a

hajóskapitányok képzésében. A német kormány elismerte egy belvízi hajózási balesetek esetét felölelő rendszer fontosságát.



9. ábra: A veszélyesáruk szállítása során bekövetkező közlekedési balesetek okai²⁴

²³ ADN 2013

²⁴ 9. ábra: The impact of accidents during the transport of dangerous good, on people, the environment, and infrastructure and measures for their reduction: a review - Forrás: ResearchGate - Letöltés: 2024.08.20.

A 9. ábra rámutat arra a tényre, hogy a veszélyesárut szállító járművek balesetei legtöbb esetben emberi mulasztásból történnek. Láthatjuk, hogy 69.5% emberi, 21.2% Berendezés/eszköz, 6.4% Emberi és berendezés/eszköz, 1.6% Részleges környezet, 1.3% pedig Teljes környezeti hiba.

4.5. A közlekedési balesetek előfordulására ható tényezők (veszélyesáru-szállításnál)¹¹

A balesetek előfordulására legnagyobb hatással bíró tényezők	Szervezési tényezők, amelyeket figyelembe kell venni a veszélyesáruk szállítása előtt	Technikai/technológiai tényezők, amelyeket a szállítás előtt kell értékelni

¹¹ The impact of accidents during the transport of dangerous good, on people, the environment, and infrastructure and measures for their reduction: a review - Forrás: ResearchGate

○ Vezetői fáradtság ○ Helytelen rakományrögzítés/rakománnyal feltöltés (mint az általam elemzett balesetnél is) ○ A vezető tudásának hiánya ○ Időjárási és útviszonyok ○ Útvonaltervezési hibák ○ A jármű műszaki állapota ○ Szállítási sebesség ○ A vezető bizalma a jármű biztonsági rendszereiben ○ A vezető figyelemhiánya (pl. telefon használat) ○ Napszak (korlátozott látási viszonyok)	○ A rakomány szállítása során esetleges szükséges kíséret ○ A rakomány kémiai tulajdonságait azonosító információk ○ Sebességkorlátozás ○ Pontos érkezés a rakodási/kirakodási helyre a megadott időben ○ A rakomány szállítási távolsága ○ Útvonal kiválasztása ○ Kapcsolattartás a sürgősségi szolgálatokkal ○ A vezetők képesítése ○ A rakomány szállításával kapcsolatos kockázatok ○ A veszélyesárak szállításának időpontja	○ Biztonsági ellenőrzések biztosítása a rakomány szállítása során ○ A jármű félpótkocsijának/konténerének/tartályának szorossága ○ A veszélyesárak esetleges átrakodása ○ A rakomány helyes berakodása vagy feltöltése ○ A veszélyesárak csomagolásának előkészítése ○ A rakomány kémiai tulajdonságai ○ A rakomány ki- és berakodásának helyszínének infrastruktúrája ○ Kiegészítő biztonsági felszerelések biztosítása a jármű számára ○ A jármű műszaki állapota ○ A jármű műszaki állapota
--	--	---

4.6. A legfőbb teendők a mentés alatt katasztrófavédelmi szempontból

Amennyiben baleset történik veszélyesáru-szállításnál, a vízi mentés a legnehezebben kivitelezhető a mentőegységek számára. Sajnos súlyos balesetek előfordulnak, így a kérdések még mindig fennállnak; Mik azok a valójában súlyos balesetek? Hogy lehet felkészülni és hatékonyan beavatkozni? Mi a legjobb kezelése a helyzetnek? Kérdések, amelyekre minden balesetkezeléssel foglalkozó szervezetnek szinte más a válasza.

A TMS Waldhof esetében a következők voltak a legfontosabb tényezők katasztrófavédelmi szempontból (mentés megkezdéséhez): a hajóforgalom lehető leggyorsabb felszabadítása, a sav bejutásának megakadályozása a Rajnába (vagy annak legalább moderálása), a biztonságos, robbanásmentes munkakörnyezet teremtése.

Egy nagy káresemény kezelése általában egy összetett hatásrendszer, amely egymást kölcsönösen és néha előre nem látható módon befolyásoló tényezőkből áll.

A vizsgált hajóbaleset súlyos volt, ám nagyobb baj is történhetett volna: szállodahajóval ütközés, robbanás a mentés közben, szivárgás, amely erős termékiáramlással jár, gáznemű/gyúlékony/mérgező vagy robbanásveszélyes rakomány, a hajó teljes terjedelmében a vízszint alá merül, teljesen elzárja a hajózható utat, kedvezőtlen időjárás (például gyúlékony anyag nyáron).

A mentési stratégia legfontosabb elemei a következők voltak:

- Helyszíni, úszó műveleti központ
- Technikai eszközök minél gyorsabban helyszínre szállítása
- Erős, döntésképes állandó jelenlét
- Események folyamatos dokumentálása (ez egy gyenge pont volt)
- Waldhof technikai biztosítása (az első héten nem volt megfelelő)
- Válságsszervezet gyors működése (részben sikerült)
- Gyakorlat és tapasztalat elengedhetetlen volt a mentésben résztvevők részéről
- Felelősségek meghatározása gyors ütemben az önkormányzat, vízügy, tűzoltóság, rendőrség, politikai vezetés között
- Nyílt és intenzív kommunikáció
- Hajózás, hajóépítés, rakomány, ADN, jog szakértők tudásának bevetése

A legtöbb szervezetnél, amely mentésben vesz részt a katasztrófahelyzeteken való mentésen kívül a következő feladatokat kell a bevetésmentes időszakban elvégezni: ○ Közös alapelvek kidolgozása a balesetkezeléshez a többi bevetési szervezettel

- Közös adatbázis, információs és kommunikációs eszköz létrehozása a balesetkezeléshez
- Tervezetek kidolgozása a bevetési eszközökre és a személyzet bevetésére, a stáb összetételétől a készenléti szolgálatig, a gázvédelemig, az eszközigényig és a helyiségekig
- Segítségnyújtási megállapodások kidolgozása harmadik felekkel (eszközök, szakértelem)
- Gyakorlatok tervezése, elrendelése és kidolgozása
- Képzések, továbbképzések és továbbképzési programok tervezése és kidolgozása
- Segítségnyújtás és tanácsadás balesetek esetén más vízi utakon

- Riasztási tervek és értesítési utak kidolgozása és ellenőrzése a tűzoltóságokkal és a katasztrófavédelemmel
- Baleseti és bevetési forgatókönyvek
- Kockázatelemzések
- Események, balesetek és zavarok kivizsgálása (vagy kivizsgáltatása).
- Közönségkapcsolatok, kapcsolattartás, hálózatépítés a balesetkezelés terén, akár nemzetközi szinten is

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. A sikeres mentés tényezői

A Bingen-i vízügyi és hajózási iroda 120 hajóbalesettel foglalkozik évente, így a balesetkezelésük és szerzett tapasztalatuk hozzájárult a mentés sikerességéhez. A TMS Waldhof balesete azonban extrém helyzetet teremtett elő, melyet a hatóságok kifejezetten jól kezeltek.

A sikeresség faktorjai a következők voltak:

- A döntéshozók folyamatosan a helyszíni jelenléte, így a mentés nem állt le 33 napig.
- Nem volt konfrontáció vagy egyet nem értés a hatóságok között anyagiakról, mentési munkálatokról és a személyzetről, mindenben meg tudtak egyezni és szervezetten dolgozni, a mentési munkálatokra koncentrálni.
- Nyilvánosság folyamatos, széleskörű tájékoztatása nyílt kommunikációval: napi kétszeri sajtótájékoztatót tartottak, minden fórumon értesítették a publikumot.
- Fórum indítottak a honlapjukon, ahol eszmecserét folytathatott mindenki a balesettel kapcsolatban, tapasztalataikat, problémáikat, kérdéseiket megosztva egymással.
- Tiszta és egyértelmű felelősségvállalás és stratégia a vízi és szárazföldi mentőegységek között – nem volt felelősségelhárítás, mindenki dolgozott szervezetten.
- A Rajnán elérhető mentőeszközök, uszályok felkészültek és készen álltak a mentési munkálatokra (sajnos a vízállás ezt erősen hátráltatta).

Az imént említett tényezők mind hozzájárultak az elővigyázatos, biztonságos, de hatékony mentéshez.

5.2. Mit lehet tanulni az esetből és fejleszteni a jövőben katasztrófavédelmi szempontból?

A mentési munkálatok koordináltan és professzionálisan zajlottak, de fejlődésnek és tanulságok levonásának mindig van helye a hatóságok életében, tehát úgy gondolom, hogy a következőkben mindig lehet fejlődni:

- Gyorsabb reagálás a radarállomás részéről – A radarállomás a hajó eltűnését észlelve szinte lehetetlennek tartotta egy ilyen mértékű katasztrófa bekövetkezését, ezért a reakcióidejük kissé megnőtt.

- Az érintett hatóságok és cégek felelősségének és lehetőségeinek jobb ismerete – Elemzések és statisztikák készítése, külön egység a felelősök felkutatására és a lehetőségek ismeretére.
- Veszélyesáru szállító hajók további kockázatelemzése – Ez a pont a baleset óta már megtörtént, egy másik szekciójának a dolgozatban kitértem a baleset utáni fejlesztésekre, szabályi/ törvényi változásokra.
- Háttér munka IT részlegének fejlesztése – Minél több szakembert bevonni a számítógépes háttér munkálatokra egy ilyen mértékű katasztrófánál
- Több vész helyzeti riasztási gyakorlat az ilyen és ehhez hasonló esetek megismerésére – Gyorsabb reagálást tesz lehetővé, így az adott helyzet megismerése gyorsabbá és könnyebbé válik, így a problémamegoldás hatékonyabb lesz.
- Környezetre és gazdaságra gyakorolt hatások pontosabb, minden részletre kitérő elemzése.
- Mentőeszközök fejlesztése – Fontos a mentőeszközök folyamatos fejlesztése, hogy gyorsabban és gond nélkül meg tudják közelíteni a balesetet szenvedett hajót bármilyen környezeti tényezőtől függetlenül. Daruk és emelők mozgatói lehetőségének (magas vízállás és alacsony hidak esetén is) korszerűsítése.

5.3. Konceptiók a belvízi hajók által szállított veszélyesáru-szállítás kockázatának csökkentésére, baleset megelőzésére

Futurisztikus megoldást jelenthetne véleményem szerint, ha a Rajna szélesebben hajózható szakaszain saját navigálható folyosó lenne kialakítva a teherhajók számára a már meglévő utak mellett, különös tekintettel a veszélyesáru-szállító járműveknek, amit csak és kizárólag ők használhatnak.

Valamint, forgalombiztonságosság szempontjából előnyös lenne, ha például a napnak egy megadott időszakában (például 02:00 és 06:00 között) csak teherszállító hajók közlekedhetnének, így eloszlatva a forgalmat és szabad utat adva az áru fuvarozásának.

Ezen ötletek és módosítások rengeteg kompromisszummal járnának, elsősorban a szállodahajók számára, akik általában a vendégeik érdekében éjszaka teszik meg a hosszabb távokat, hogy nappal kikötve a vendégek várost tudjanak nézni. Viszont ahhoz, hogy a balesetek száma csökkenni tudjon a Rajnán, innovatív és drasztikus megoldásra lenne szükség.

A realitás talaján maradva is lehetne változtatni, fejleszteni:

- Modern szoftverek alkalmazása a hajóadatok számítására, valamint a működési állapotok automatizált ellenőrzésének lehetősége.
- Gyakoribb és alaposabb ellenőrzéseket bevezetni a teherhajókon. Jelenleg minden öt évben ellenőrzi egy elismert hajóosztályozó társaság, hogy az megfelel-e minden kritériumnak. Viszont jelenleg ez az ellenőrzés magas költségekkel jár a hajót üzemeltető számára és nincs elég kikötő a folyókon, ahol ekkora mennyiségű hajót ki lehetne húzni a szárazdokkba.
- Intelligens érzékelők kötelezővé tétele: Az intelligens érzékelők és modern technológiák lehetővé teszik a hajók és a rakomány folyamatos monitorozását (távrolról is), valós idejű adatgyűjtést és elemzést végeznek, ami segíthet a potenciális veszélyek korai felismerésében. Akár irodák létrehozása a folyó mentén, melyek csak a veszélyesáru-szállító hajókat követnék nyomon.
- Virtuális valóság (VR) és szimulációs képzések és gyakorlatok a személyzet számára, hogy valósághűen meg tudják tapasztalni a veszélyhelyzeti szituációkat – ezen technikák segíthetnek a gyors és hatékony reagálásban.
- Drónok és robotok használata: A drónok és robotok bevetése a hajók ellenőrzésére és karbantartására csökkenthetik az emberi beavatkozás szükségességét, költséghatékony megoldás lenne és növelheti a biztonságot. Speciálisan fejlesztett robotokra és drónokra gondolok, amelyek a hajót például elő-ellenőrzik víz alatt és felett a processzorukba táplált szempontok alapján, ezzel ki tudják válogatni a hajókat melyek javításra szorulnak, és így költségkímélő karbantartást eredményezhet az üzemeltető számára. Monitorozásra is jók.
- Zöld technológiák: A környezetbarát hajtóművek és üzemanyagok (például elektromos vagy hidrogén meghajtású hajók) a veszélyes anyagok szállításának biztonságát is növelnék és a környezetet is kímélnék.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Összességében elmondható a balesetről és annak körülményeiről, hogy a mentés szakszerűen, jó ütemben haladt. A munkálatok gyorsan megkezdődtek és a számos érintett fél mind együtt tudott működni. A helyi hatóságok, a hajózási társaságok, a környezetvédelmi szakemberek, valamint a nemzetközi szervezetek példamutató módon dolgoztak a károk

enyhítésének érdekében. A környezeti tényezőket figyelembe véve a 32-33 napnyi mentés megfelelőnek bizonyult 2011-ben. Írásom során bemutattam a baleset helyszínét, a Rajnát, valamint a hajó adatait is, így az olvasó szélesebb perspektívából tudja szemlélni a katasztrófát és megérteni miértjeit.

Bemutattam a vonatkozó szabályokat, valamint a legfontosabb balesetet okozó tényezőt részleteztem: a stabilitást. Kitértem az ADN ezt tartalmazó fejezetére, valamint rávilágítottam a szimulációs vizsgálat eredményével, hogy hatalmasat vétett a TMS Waldhof a helytelen rakomány meglétével. Átvilágítottam a jogszabályi, előírási és rendeleti változásokat a baleset után. Megnéztem katasztrófavédelmi szempontból, hogy mi történt a mentés alatt és mit lehet tenni a jövőben, valamint kitérőt tettem általánosságban a veszélyesáru-fuvarozás baleseteire is.

Véleményem szerint ez az eset rávilágított arra, hogy mennyire fontos a hajók megfelelő stabilitásának biztosítása, különösen veszélyes anyagok szállítása esetén. Hiába van meg minden engedély és működik (majdnem) minden az előírásoknak megfelelően, ha egy szabály nincs betartva, az ilyen katasztrófális következményekkel járhat.

Ugyanakkor a hajóskapitányok általában is – de főleg a Rajnán veszélyesárut szállítva – rengeteg előírást kell betartania, ami olykor már rutinná válik és a hibázás lehetősége megnövekszik. Viszont a felelősség az mindig az övék. A kormányosok és matrózok mind az ő felügyelete alá tartozik.

Továbbá rámutatott arra is, hogy a szoros nemzetközi együttműködés és a jól szervezett mentési protokollok milyen jelentősek és kritikus szerepet játszanak a hasonló katasztrófák további kezelésében, valamint megelőzésében.

Elmondható az is, hogy az ilyen balesetek bekövetkezésének lehetősége a minimálisra csökkent a TMS Waldhof katasztrófáját követő szabálmódosítások miatt, ugyanis az új, szigorúbb szabályokkal és ellenőrzésekkel szinte lehetetlenné vált a nem megfelelő árutakozás.

Dolgozatom végeztével bemutattam általam innovatívnak tartott megoldásokat a belvízi hajó által szállított veszélyesáru szállítás kockázatának csökkentésére, balesetmegelőzésére, valamint megvizsgáltam mit lehet tanulni az esetből és fejleszteni a jövőben katasztrófavédelmi szempontból.

Kielégítő volt-e a mentés minősége és hatékonysága? Egy szóval összefoglalva: igen. A mentőalakulatok a hatalmas nyomás és a szorító időkorlát, valamint negatív környezeti tényezők (magas vízállás) ellenére is hatékonyan és összedolgozva tudtak működni, egy ésszerű és szükséges stratégiát felállítva.

Elkerülhető lett volna a baleset? Teljes mértékben elkerülhető lett volna, ha a hajót üzemeltetők betartják a vonatkozó jogszabályokat.

Jövőben bekövetkezhet hasonló katasztrófa? A szigorodó szabályok miatt az esélye csökken, azonban súlyos katasztrófák mindig elő fognak fordulni. A kérdés csak az, hogy tanulunk-e belőlük?

Irodalomjegyzék

2000. évi XLII. törvény a víziközlekedésről . (dátum nélk.). Forrás: Wolters Kluwer:
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a0000042.tv>
2001. évi X. törvénnyel kihirdetett, a hajókról történő szennyezés megelőzéséről szóló 1973. évi nemzetközi egyezmény és az ahhoz csatolt 1978. évi Jegyzőkönyv („MARPOL 1973/1978.”) mellékleteinek kihirdetéséről. (2001). Forrás: njt.hu: <https://njt.hu/jogszabaly/2001-34-20-93>
- 62/2011. (XI. 29.) NFM rendelet. (dátum nélk.). Forrás: Wolters Kluwer:
[https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100062.NFM&txtreferer=A0900077.KHE>About the ADN](https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1100062.NFM&txtreferer=A0900077.KHE>About%20the%20ADN). (dátum nélk.). Forrás: UNECE: <https://unece.org/about-adn>
- ADN . (2013).
- ADN. (2015).
- ADN. (2017).
- ADNR . (1995).
- ADR. (2023).
- Alex, B. (2023). *Exploring European Water Freight With Maps*. Forrás: UNECE:
https://w3.unece.org/Stories/2023/01/inland_waterway_freight/
- Almási, C. (2022). Veszélyes áruk közúti szállítása során bekövetkezett káresemény katasztrófavédelmi vizsgálatának szavályozása és fejlesztési lehetőségei. *Hadmérnök*.
- Barg, F. (2011). "TMS" Waldhof - Der Lehnkehrring Reederei mit 2.377 Tonnen Schwefelsäure gekentert. Forrás: Schiffahrt Online:
<http://www.schiffahrtonline.de/Archiv%202011/Schiffahrt%20online%20Januar%202011%20Bogen.pdf>
- BAW. (2013). *Havarie TMS Waldhof - Pressekonferenz*. Forrás: Youtube:
<https://www.youtube.com/watch?v=k2vU2qkmCqc>
- Biztonsági adatlap - Kénsav. (2024). Forrás: carlroth.com: <https://www.carlroth.com/medias/SDB-0971-HU-HU.pdf?context=bWFzdGVyfHNIY3VyaXR5RGF0YXNoZWV0c3w2MjgzOTg4YXBwbGljYXRpb24vcGRmfGgzYi9oNDMvOTE0MzYxMTQ1NzU2Ni9TREJfMDk3MV9IVV9IVS5wZGZ8ZmIwMzRIYTRkNmFmYzJhZDBmM2Y0MWIzMWU4ZjRhNmU0N2JkMGJINTU4OGY0MTUwZDA2YmRkNjJh>
- Bognár, B., Kátai-Urbán, L., Kossa, G., Kozma, S., Szakál, B., & Vass, G. (2013). *Iparbiztonságtan I*. .
- Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.) (2013): *Havarie des TMS Waldhof - Bergung, Analysen, Einsichten. Kolloquium der BAW und der Universität Duisburg-Essen. 9. und 10. April 2013 in Karlsruhe. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau*. (2013). Forrás: BAW:
<https://henry.baw.de/bitstreams/4dc3b05f-4d75-444a-a2e8-f1f866acdc02/download>
- CCNR regulations. (dátum nélk.). Forrás: CCNR: <https://www.ccr-zkr.org/13020500-en.html>
- CESNI-Workshop: *Data collection on accidents in inland navigation*. (2020). Forrás: CESNI:

- https://www.cesni.eu/wp-content/uploads/2020/10/3_TNehab_WSV_en.pdf
- Charlotte, C.-P. (2011). *Acid ship*. Forrás: Deutsche Welle: <https://amp.dw.com/en/capsized-shipdrains-last-of-its-acid-cargo-into-the-rhine/a-14835378>
- Council decision on the position to be taken on behalf of the European Union as regards the amendments to the Annexes of the European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (ADR) and to the Annexed Regulations to the Eu.* (2020). Forrás: European Commission: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020PC0472>
- Darren, M., & Andreas, I. (2011). *River accident 01/13/2011*. Forrás: Deutsche Welle: <https://www.dw.com/en/tanker-carrying-acid-capsizes-in-germanys-rhine-river/a-14764590>
- Egy veszélyes anyag - a kénsav.* (dátum nélkül.). Forrás: NKP tananyagok: https://nat2012.nkp.hu/tankonyv/kemia_8/lecke_03_003
- ES-TRIN and inland navigation vessel certificates.* (dátum nélkül.). Forrás: CESNI: <https://www.cesni.eu/en/technical-requirements/>
- Hans-Josef, B., Dettmann, T., Fimmen, H., Haberkamp, H., Katz, H., Krischok, F., . . . Alexander, I. (2013). *Bericht über den Ablauf und die Ursachen der Havarie des*. Forrás: BAW: <https://izw.baw.de/publikationen/pressekonferenzen/0/Unfalluntersuchungsbericht%20TMS%20Waldhof%20-%20Zusammenfassung.pdf>
- Harlacher, D., Zentgraf, R., & Dettmann, T. (2015). *Investigation of the capsize of a tank motor ship by means of an inland ship handling simulator*. Forrás: Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/276890305_Investigation_of_the_capsize_of_a_tank_motor_ship_by_means_of_an_inland_ship_handling_simulator
- Horváth, H., Kátai-Urbán, L., Kozma, S., Sárosi, G., & Vass, G. (2018). *Iparbiztonság II.* . https://unece.org/fileadmin/DAM/env/teia/doc/Sandoz/04_Tanker_accident_Rhine_Mauermann_Eng.pdf. (2011). Forrás: wsv.de/UNECE: https://unece.org/fileadmin/DAM/env/teia/doc/Sandoz/04_Tanker_accident_Rhine_Mauermann_Eng.pdf
- Kátai-Urbán, L., & Kiss, E. (2014). *A veszélyes áru belvízi szállításával kapcsolatos katasztrófavédelmi feladatok végrehajtási tapasztalatainak értékelése*. Forrás: Hadmérnök: http://hadmernok.hu/141_07_katail.pdf
- Koelman, H., & van IJken, E. (2017). *Practicalities of loading instruments for Inland Waterway*. Forrás: SARC NL: <https://www.sarc.nl/resources/uploads/2017/06/Koelman-ISSW.pdf>
- Martin, M. (2013). *Havariemanagement bei der Bergung des TMS Waldhof - Ablauf und Schlussfolgerungen*. Forrás: BAW: https://izw.baw.de/publikationen.php?file=kolloquien/0/Mauermann_Havariemanagement.pdf
- net.jogtar.hu.* (dátum nélkül.).
- Petra, S. (dátum nélkül.). *Wahrschau*. Forrás: Loreley Info: <http://www.loreley-info.com/eng/rheinrhine/wahrschau.php>
- Prof. Dr.-Ing. Heinzelmann, C. (01/2013). *BAW Aktuelle*. Forrás: https://izw.baw.de/publikationen.php?file=bawaktuell/0/BAWaktuell_01_2013_Web.pdf

- Stojanovic, N., Bošković, B., Petrovic, M., & Abdullah, O. I. (2023). *The impact of accidents during the transport of dangerous good, on people, the environment, and infrastructure and measures for their reduction: a review*. Forrás: researchgate.net:
https://www.researchgate.net/figure/Influential-factors-on-the-occurrence-of-trafficaccidents_fig5_368281958
- Thomas, W., Thomas, B.-Z., & Andreas, S. (2014). *2D and 3D modeling in German Inland Waterways*. Forrás: Persee: www.persee.fr/doc/jhydr_0000-0001_2014_act_36_1_2346
- TMS Waldhof, *Begegnungsregeln und schiffige Übung*. (2019). Forrás: Binnenschifffahrt Online:
<https://binnenschifffahrt-online.de/wp-content/uploads/2019/05/Recht-1805.pdf>
- TMS Waldhof, *Begegnungsregeln und schiffige Übung*. (2018). Forrás: Binnenschifffahrt Online:
<https://binnenschifffahrt-online.de/2018/05/recht-vbw/10407/>
- Transport of dangerous goods by water*. (dátum nélk.). Forrás: CCNR:
<https://www.ccrzkr.org/12020400-en.html>
- UNECE Working Party on Inland Water Transport. (dátum nélk.). Forrás: UNECE:
https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/sc3/SC3e_flyer.pdf
- Van Loon, H. (1935 (magyar: 1943)). *Ships: and How They Sailed the Seven Seas / A hajózás története*
- Verbergh, E. (2019). *Innovative inland navigation*. Forrás: CESNI:
<https://www.cesni.eu/en/technicalrequirements/>
- Vinke, F., van Koningsveld, M., Cornelis, v., Fedor, B., Pieter, v., & Tiedo, V. (2022). *Cascading effects of sustained low water on inland shipping*. Forrás: ScienceDirect:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212096322000079?via%3Dihub>
- Waldhof, I. c. (2013). *Report on the occurrence and causes of the accident involving the TMS Waldhof on 13 January 2011 on the Central Rhine (553.75 km)*. Forrás: wsv.de :
https://www.ccrzkr.org/files/actualitesfocus/focus/Waldhof_Bericht_Zusammenfassung_en.pdf
- Waldhof-Havarie: *Akropolis trifft keine Schuld*. (2018). Forrás: Binnenschifffahrt Online:
<https://binnenschifffahrt-online.de/2018/03/featured/2639/waldhof-havarie-akropolis-trifftkeine-schuld/>
- Zoran Radmilo, R., & Branislav, D. (2007). *The Inland navigation In Europe: basic facts, advantages and disadvantages*. Forrás: Researchgate:
https://www.researchgate.net/publication/28199996_The_Inland_navigation_In_Europe_basic_facts_advantages_and_disadvantages

Ábrajegyzék

1. ábra – Közép-Rajna vidéke, Sankt Goarshausen és Loreley; amennyire káprázatos, annyira veszélyes (forrás: *Middle Rhine - Wikipedia*) 7
2. ábra – Az oldalára borult TMS Waldhof (forrás: *Waldhof-Havarie: »Akropolis« trifft keine Schuld - Binnenschifffahrt Online (binnenschifffahrt-online.de)*) **Hiba! A könyvjelző nem létezik.**

3. ábra – Hajó stabilitása: a) Függőleges, zavartalan úszóhelyzet. b) Dőlt úszóhelyzet mozdulatlan rakománnyal. c) Dőlt úszóhelyzet mozgó rakománnyal. (forrás: https://izw.baw.de/publikationen.php?file=bawaktuell/0/BAWAktuell_01_2013_Web.pdf)	13
4. ábra – A TMS Waldhof orra alatt kialakuló mélység a baleset utáni 3. napon (forrás: <i>04_Tanker_accident_Rhine_Mauermann_Eng (unece.org)</i>)	18
5. ábra – A TMS Waldhof orra alatt kialakuló mélység a baleset utáni 9. napon (forrás: <i>04_Tanker_accident_Rhine_Mauermann_Eng (unece.org)</i>)	18
6. ábra – A Waldhof mentése (forrás: <i>Waldhof-Havarie: »Akropolis« trifft keine Schuld - Binnenschifffahrt Online (binnenschifffahrt-online.de)</i>)	19
7. ábra – Általam készített ábra a jelzésekről magyar nyelven	23
8. ábra – Fényjelzések az Oberwesel-St. Goar közötti szakaszon (forrás: <i>Wahrschau (warning signals) in the mountain distance of the Rhein river (loreley-info.com)</i>)	24
9. ábra – A veszélyesáruk szállítása során bekövetkező közlekedési balesetek okai (forrás: <i>Causes of traffic accidents during the transport of dangerous goods Download Scientific Diagram (researchgate.net)</i>)	26

1. Melléklet: fogalomjegyzék

1. táblázat. Rövidítések és fogalmak jegyzéke

ADN	European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterways (<i>Veszélyes Áruk Nemzetközi Belvízi Szállításáról szóló Európai Megállapodás</i>)
ADNR	Regulations for the Carriage of Dangerous Substances on the Rhine (<i>Veszélyes Áruk Rajnai Szállításának Szabályzata /már nincs érvényben, leváltotta az ADN/</i>)
AIS	Automated Identification System (<i>Automatizált azonosítási rendszer</i>)
BAW	Bundesanstalt für Wasserbau (<i>Szövetségi Vízügyi Intézet</i>)
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (<i>Szövetségi Közlekedési, Építési és Városfejlesztési Minisztérium</i>)
CCNR	Central Commission for the Navigation on the Rhine (<i>Központi Bizottság a Rajnai Hajózásért</i>)
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System (<i>Elektronikus Térképmegjelenítő és Információs Rendszer</i>)
ITC	Inland Transport Committee (<i>Szárazföldi Közlekedési Bizottság</i>)
MARPOL	International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (<i>Nemzetközi Egyezmény a Hajókról Történő Szennyezés Megelőzéséről</i>)
MMSI	Maritime Mobile Service Identity (<i>Tengeri Mobil Szolgáltatási Azonosító</i>)
NEA	National Environment Agency (<i>Nemzetközi Környezetvédelmi Bizottság</i>)
RheinSchPersV	Rheinschiffspersonalverordnung (<i>a Rajnán közlekedő hajók személyzetére vonatkozó előírásokat szabályozza</i>)
RheinSchPV	Rheinschiffspolizeiverordnung (<i>a Rajnán közlekedő hajókra vonatkozó rendőrségi szabályozásokat tartalmazza</i>)
RheinSchUO	Rheinschiffsuntersuchungsordnung (<i>a Rajnán közlekedő hajók vizsgálatára és ellenőrzésére vonatkozó szabályokat tartalmazza</i>)
RIS	River Information Services (<i>Folyami Információs Szolgáltatások</i>)

RPNR	Police Regulations for the Navigation of the Rhine (<i>Rajnai Hajózási Rendőrségi Szabályzat</i>)
RVIR	Rhine Vessel Inspection Regulations (<i>Rajnai Hajók Ellenőrzéséről Szóló Rendelet</i>)
TMS	Tank Motor Schiff (<i>Tartályhajó/Tartályos motorhajó</i>)
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe (<i>Egyesült Nemzetek Európai Gazdasági Bizottsága</i>)
VTs	Vessel Traffic Services (<i>Hajózási Forgalomirányító Központ</i>)
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt/Waterways and Shipping Office (<i>Német Szövetségi Vízutak és Hajózási Igazgatóságának irodái</i>)
WSP	Wasserschutzpolizei/Water Police (<i>Vízirendőrség</i>)
WSV	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes/The Federal Waterways and Shipping Administration (<i>Német Szövetségi Vízutak és Hajózási Igazgatósága</i>)