

Magyarországi LNG terminál megvalósítási fázisai

Az Európai Unió fejlesztéseket a 2007-2014-es időszakban a Balti-tenger hajózási környezeti előírások és onshore LNG-terminálok terjedése jellemezte. Ezekből Rotterdam hatására, a fejlesztések eljutottak a belvízi alkalmazásig.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2023.6.2>

Götz Sándor¹ – Horváth Gábor²

¹MAHART

²Széchenyi István Egyetem

e-mail: sandor.gotz@MAHART.hu, gabhor@sze.hu

1. BEVEZETÉS

A mai kor műszaki szakemberei – az életúton lévő tanulás során – hozzászoknak ahhoz, hogy saját szakmájuk határai lényegesen kiszélesednek, emiatt meg kell ismerniük az innovációkat és naprakész információkhoz jutni. Az energetika területe manapság expresszvonatként robot, és valószínűleg ezt a dinamikát még legalább 2030-ig csak emelni fogja, mialatt saját területén belül számtalan új szakmát hoz létre. A közlekedésben a 2010-2014-es évek alatt olyan változások követték egymást, amelyek az LNG belépésével kezdődtek a nehéz járművek területén, majd pár éven belül eljutottak a hidrogénos propulziós rendszerek bevált alkalmazásához, és ma már több ágazatot is magukba foglalnak az alternatív és fenntartható üzemanyagok terén.

Az LNG a nemzetközi fejlesztések következtében, – valamint a környezetvédelmi és egészségügyi intézkedések hatására – eljutott odáig, hogy a dízel meghajtást teljesen képes kiszorítani a piacról, és a tömeges villamos közlekedési eszközöket preferálja, míg várhatóan a 30-as évekre a hidrogénos közlekedés is előre tör,

az üzemanyagcellás alkalmazások bázisán, amelyet a 2014-es műszaki fejlesztések hoztak át az úriparból.

A MAHART Zrt. az ITM megbízásából 2016-ban azt a feladatot kapta, hogy egy CEF (Connecting European Facility, 85% finanszírozású) projekt támogatásával az unión belül elsőként hozza létre azt az LNG terminált, amely trimodális üzemben képes a hajózás, a vasúti, valamint a közúti tankolásokat is biztosítani, és ezzel a pilot projekttel tegyen eleget azon nemzetközi előírásoknak, amelyek a TEN-T folyosók ellátására vonatkoznak az EU-n belül. Az IMO világszervezet nemzetközi intézménye a hajózás és a tengerészeti humán kiszolgálás legmagasabb szintű biztonságtechnikai szereplője, ezáltal előírásai minden hajózási létesítményre kötelezők. Így az itt tervezendő LNG-terminál működési biztonságát is szabályozza előírásaival.

A projektet megelőzően már több ország területén kerültek telepítésre hasonló terminálok, viszont azokat kizárólag közúti – kamionos – vagy csak hajózási ellátásra hozták létre (lásd:

Emms, Duisburg, Köln, Ruse). Az uniós előírásokban bármely LNG terminálra az alábbi követelményeket kell kielégíteni egy jól szervezett folyamatban több hatósági és nemzetközi előírás jóváhagyási rendjében:

- megvalósíthatósági tanulmány kidolgozása,
- a telepítésre kerülő terminál elvi terveinek kidolgozása és hatósági jóváhagyása,
- a telepítésre kerülő terminál kiviteli terveinek kidolgozása és jóváhagyása,
- a berendezések gyártása, és a gyártóművi bizonylatok nemzetközi hitelesítése,
- berendezések helyszínre szállítása és műbizonylati ellenőrzése,
- a berendezések telepítése és minősítése, a szerelési folyamatok dokumentálásával,
- üzemi próbák előkészítése hatósági ellenőrzésre, (belső próbák és integrációja)
- próbaüzemi program kidolgozása, hatósági ellenőrzés és azt követő minősítés,
- megfelelés esetén a nemzetközi üzemviteli engedélyek kiadása, a beszállítói és disztribúciós rendszerbe kapcsolása,
- szerződéses bekapcsolódás a nemzetközi ellátási láncba
- a Szabadkikötő potenciális lehetősége, mint logisztikai trimodális HUB.

2. A MEGVALÓSÍTHATÓSÁGI TANULMÁNY ELEMELI

A vizsgált projekt esetében sikerült két közbeszerzési kiírást követően szerződést kötni a megvalósíthatósági tanulmány kidolgozására, majd ezt követően a projektszerződés megkötése és a tanulmány időrendi tervezése is megtörtént.

A megvalósíthatósági vizsgálatnak alapvető célkitűzése a megvalósítás optimális helyének kiválasztása az alábbi szempontoknak megfelelően:

- alkalmasság a trimodális üzemvitel forgalmi helyeként és gazdaságossága,
- környezeti alkalmasság és esetleges veszélyek feltárása, (lakott települési, földtani, időjárási, egyéb),
- piaci feltételek és a beszállítói háttér, valamint az értékesítési partneri kör,

- megfelelő személyzeti kompetenciák igénye az üzemvitelre,
- megfelelő környezeti biztonság a hajózási oldalon,
- szakmai háttér és képzések igénye az új technológiához,
- állami és civil feladatok a projekt megvalósítása kapcsán,
- robbanásvédelmi biztonsági kérdések tisztázása.

A 2018-ban aláírt szerződést a megbízott vállalkozás mintegy két éves munkával volt képes teljesíteni, és 2019 végén az utolsó módosításokat követően minden kitűzött igényre megfelelő választ adni.

Az elkészített tanulmány mintegy 650 oldalon három kötetben mutatta be a projekt megvalósíthatóságát az alábbiak szerint:

- I. kötet: Társadalmi, szervezeti és üzleti modell alkotása az LNG, CNG, bio-LNG hazai bevezetésére és a fejlesztési stratégiára. (EU-s irányelvek szerint.)
- II. kötet: Szociológiai, logisztikai, valamint humán képzési és fenntarthatósági, egyben energetikai követelmények feltárása a projektre.
- III. kötet: Biztonságtechnikai követelmények és azzal kapcsolatos hazai és nemzetközi előírások figyelembevétele.

A III. kötetben megállapításra került, hogy a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Intézete által kiadott "Kézikönyv Veszélyes Üzemek létesítésére és Technológia az Iparban" (2014) alapot képez a hasonló üzemek létesítésére, viszont korszerűsége már vitatható. Helyette a Gas as Marine Fuel által kiadott "Recommendations of Controlled Zones, during LNG Bunkering" (2018) vizsgálatot célszerű alkalmazni, amit el is végeztünk a HAZID keretén belül. A – külön parti és vízi terület felé is végrehajtott – vizsgálat eredményeként azt kaptuk, hogy az elhelyezésre kerülő terminál bázis tankjának 450 m³-es napi max. teljesítményre vonatkozóan 63 m-es körzet lehet az a határoló kör, amelyen kívül nincs kritikus hatás robbanási rizikóra. Ezt a vizsgálatot a próbaüzem megtartása előtt újra szükséges megfelelő szoftverrel ellenőriz-

ni – HAZOP –, amelyen belül mind a kikötő mind a terminál üzemi feltételeire vonatkozó "üzemviteli rendet" kell kidolgozni.

A fenti köteteket kiegészítve készült még két dokumentum – és egy angol nyelvű PPT prezentáció is a CEF számára –, amelyek a kötetek végkövetkeztetését vonták össze egy felsővezetői tájékoztatóba. Ez megfogalmazta azon feladatokat is, amelyeket állami szinten, illetve a közlekedési vállalkozásokon belül célszerű lenne megoldani. Tartalmának fő következtetései:

- A projektre Csepel kikötője a legalkalmasabb mind a három közlekedési ágazati helyszínen, mind várható forgalma, valamint energetikai HUB volta szempontjából.
- A projektet követően az új technológiákkal kapcsolatban 2021 júniusától át kell vegye minden társország a hazai és az uniós elvekben lefektetett és nemzetközi szabványok szerinti hatósági eljárásokat a hasonló terminálok jóváhagyására (addig ezt a funkciót csak LNG-re auditált cég végezhetette). Ennek megfelelően szükséges állami szinten e funkciók képzésére a hatóságoknál az oktatásokat elvégezni. Ehhez fel kell venni a kapcsolatokat az auditált képzési központokkal, amelyhez ajánlott a lengyel intézményt megkeresni.
- Meg kell erősíteni a képzéseket mind a közép-, mind a felsőfokú szinteken a megújuló és alternatív energiákra, mivel ezt a mai képzések nem eléggé támogatják.
- Ki kell dolgozni 2030-ra kitekintéssel azt a programot, amit az egyes közlekedési alágazatokon belül – az országos és önkormányzati területen – az üzemanyagváltásra történő átálláshoz szükséges végrehajtani.
- Ki kell képezni azt – az országosan 2000 főnek kalkulált – szakembergárdát, akik oktatására kiválasztott posztgraduális előadók szükségesek, és őket valamely EU tagországban ellátni az uniós oktatási szintnek megfelelő vizsgákkal,
- Olyan hazai szimulációs oktató rendszert célszerű fejleszteni, amely alkalmas

közlekedési vállalkozások műszaki felsőfokú irányítása és fejlesztési stratégiája kidolgozására. Javasolt ezt a BME Repüléstudományi és Hajózási Tanszéken kifejleszteni, és EU-s auditálással ellátni.

Meg kell jegyezni, hogy ebben az időben már Lengyelország, valamint Litvánia is rendelkezett megfelelő oktatási intézettel az alternatív üzemanyagokra, és ezeken kívül csaknem minden országban megfelelő hajóminősítő intézetek álltak rendelkezésre az LNG és GH2 oktatására, auditálására, valamint szakértők képzésére. Ezen túlmenően jelent meg a 94/2014 EU Directive, valamint az EMSA "Guidance on LNG Bunkering to Port Authorities/Administrations" (2018.01.31.) Ez a direktíva részletesen szabályozza az eljárást, valamint a hozzátartozó szabványokat és más követelményeket, valamint három célzott eljárást biztosít a terminálok és üzemanyag-tankoló helyek jóváhagyása elnyerésére az LNG viszonylatában az alábbiak szerint:

- Tehergépkocsi ellátású parti terminál (1)
- Vízoldali betáplálású parti terminál (2)
- Vízoldalon telepített LNG terminál (3).

Fontos kiemelni, hogy a 94/2014 EU Directive a későbbiek során módosítással magába foglalta a hidrogénes, az üzemanyagcellás, valamint a villamos meghajtásokra, továbbá az azok töltésére alkalmas parti infrastruktúrára vonatkozó kiegészítéseket is.

A MAHART természetesen a (2)-ben megjelölt – Vízoldali betáplálású parti terminál – telepítést célozta meg, ami a trimodális lefejtést, valamint üzemanyag-tankolást is képes biztosítani, és felső kapacitáshatára 1200 m³ tárolást tesz lehetővé. Az EMSA által kiadott dokumentumban fontosként jelentkezik, hogy a három adott konstrukció esetén könnyített jóváhagyási eljárást kell lefolytatni, viszont a terminálok személyzeti kompetenciáját csak a külföldi vezetői vizsgáztatással lehet itt is biztosítani. Ennek képzési feltételeit a "Development and Operation of Liquefied Natural Gas Bunkering Facilities" DNVGL-RP-006:2014-01 dokumentum írja elő. A tároló tartályokra vonatkozóan ebben az idő-

ben jelent meg az a szabványos tartály, amely "C-tank" elnevezéssel kapott kriogén-feltételekre megfelelő típusjóváagyást, és az alábbi méretek skálája mellett került kifejlesztésre mind álló, valamint fekvő elrendezéssel:

- 100 m³ (a pilotban ezt terveztük alkalmazni, álló elrendezés mellett),
- 150 m³ (a MAHART a pilothoz ezt kívánta a bővítésre betervezni),
- 200 m³,
- 250 m³

(a fenti típusok halmozva is alkalmazhatók).

3. A TELEPÍTENDŐ TERMINÁL ELVI TERVE ÉS ENGEDÉLYEZTETÉSE

A megvalósíthatósági tanulmányt követően – annak közvetlen befejezési idejéhez illesztve – sikerült szintén két közbeszerzési pályázat eredményeként szerződést kötni egy vállalkozóval, amelyen belül a teljes fejlesztési folyamatot szándékoztuk végig vinni az elvi tervektől, a kiviteli tervezés és jóváhagyása, valamint a technológiai részegységek beszerzése majd helyi szerelése, telepítése és a hatósági próbák teljesítése utáni megfelelő kereskedelmi üzembe helyezésig. A kiviteli tervezésre és szerelésre, valamint a berendezések gyártására és a telepítésre vonatkozó szerződés aláírása 2019. 12. 20-án történt. A teljes tevékenységi sorra az általunk elképzelt létesítési ütemtervben 550 napot vettünk figyelembe, amelyből a tervezés és gyártás a berendezések külföldről a helyszínre szállítása mellett és 50 napos próbaüzem lefolytatásával 500 munkanapot jelentett.

A projektre a MAHART kidolgozta az előzetes végrehajtási ütemtervet, valamint a vállalkozóval együtt meghatározásra került a "projekt alapító okirat", amely rendelkezett egyrészt a szükséges irányító munkákról és értekezletek rendjéről, valamint az egyes munkacsoportok koordinációs feladatairól. Ezen belül meghatározásra került az a dokumentációs azonosító rendszer, ami végig viszi a projekt által kidolgozott rajzos, szöveges és kapcsolt döntések, valamint a hatósági jóváhagyások rendszerét, az egyes dokumentumok változásai, valamint a projekt főbb státusza szerint. Ehhez a MA-

HART által a dokumentáció archiválására kiválasztott DMS-One számítógépes rendszer került alkalmazásra.

Az elvi terveket 3 havi munkával dolgozta ki a vállalkozó, amelyet a partra telepített terminál és egy, a vízen lévő parthoz kikötött fogadó bárka konstrukciójára kérte a MAHART. Sajnos itt két probléma merült fel a vízügyi jóváhagyó hatóság részéről. A parti jóváhagyást megkapta a MAHART, viszont a vízügyi hatóság nem engedélyezte egy bárka kikötését egész éves folyamatos üzemre – fogadó hajóként, a jövőbeli LNG-hordozó rögzítésére – a téli jég veszélyre hivatkozva. A Vízügy ragaszkodott a folyóban elhelyezett, mélyített beton cölöpökre épített kikötő-sziget létesítéséhez, egyrészt a pontosabb hajó kikötés, másrészt a jeges víz esetleges feltorlódásának elkerülését biztosító sarkantyú kiépítésével.

A tervezési munkát újra el kellett végezni, miután ez vízi építést igényelt, valamint megváltoztatta helyileg a parti terminál pozícióját is a kikötőn belül azzal együtt, hogy e döntések jelentősen növelték a beruházás költségeit. Végül sikerült a kikötő-szigetes vízi létesítményt is elvi jóváhagyással elfogadtatni.

Az elvi jóváhagyásnak megfelelően megkezdődhetett egyrészt a parti terminál végleges elrendezésének tervezése, másrészt a kikötő-sziget tervezéséhez szükséges részletes folyami felmérésre alapozott, 110 m hosszúságú kikötő-sziget tervezése, amelyet egy esetleges jövőbeli LNG-hordozóhajó méretéhez illesztett a tervezés, miután jelen helyzetben ilyen hajó a folyam alsó és középső szakaszán még nincs forgalomban. Miután a kikötő-sziget jelentős költség többletet jelentett a finanszírozásban, olyan döntés született, hogy elsőként csak fél hosszban kerül megépítésre.

4. A KIVITELI TERVEK DOKUMENTÁCIÓI

A tervezési munka eredményeként mintegy 15 000 fájl nagyságrendben, 14 kötetben 1500 oldalas dokumentáció tartalmazza a teljes terminál kiviteli dokumentációját az alábbiak szerint:

I. kötet: Általános tervek a helyszínről, elhelyezkedés és a területi talaj hordképessége, statikai terhelhetősége, valamint esetleges földrengrési pozíciójának feltárására.

II. kötet: Az LNG technológiai adatok a tervezés alapját képező eljárásokra, ezen belül a főbb adatok:

- o 1 db 100 m³ álló kriogén C-tank LNG tartály, és + 2 alap a következő tartályokhoz, tömege 9715 kg (valamint +4 tartály későbbi bővítésre, 1200 m³-ig),
- o tartály feltöltése 1-2 óra,
- o 6-10 bar nyomás és -150°C,
- o LNG kamionos tank kocsi-lefejtő alkalmazással,
- o LNG elpárolgató a CNG előállításra,
- o 1 db CNG töltőberendezés,
- o 2 db LNG töltőberendezés,
- o 150-200 l/p töltés a járművekre,
- o kikötő-szigeten elhelyezett hajós töltő/lefejtő kar az LNG-re,
- o kétirányú mérésre alkalmas kriogén átfolyásmérő,
- o ISO 16924 szabvány szerinti követelmények,
- o a technológiát kiszolgáló főbb skid, és segéd berendezések,
- o az üzemanyag-töltő állomást irányító eszközöket magába foglaló konténerház az irányítás technikához,
- o DNVGL-ST-0013/2014-04 személyzeti kompetencia.

III. kötet: Villamos berendezések, ATEX előírásoknak megfelelően

- o trafó állomási leágazás,
- o energia elosztás,
- o területi világítás,
- o belső világítások,
- o villámvédelem,
- o kézi félautomata kapcsolók a kültéren,
- o vészvilágítás,
- o vészaggregát telepítése.

IV. kötet: Irányítástechnika: melyen belül a főbb megoldott feladatok:

- o mérés és elszámolás technika,
- o folyami lefejtés alatti kommunikációk,
- o tankkocsi lefejtés alatti kommunikáció,

- o gázszivárgás védelem a tankoló helyeken (2 db LNG, és 1 db CNG töltőállomás),
- o folyamatok logolása, (lefejtés előtt/alatt/után),
- o üzemanyag adagoló berendezések és töltőfejek kezelése,
- o CNG elgőzölgtető, és felügyelete,
- o CNG tároló,
- o ESD (vészeállító).

V. kötet: Elektronikus védelem

- o beléptető rendszer és területi kamerás megfigyelés, (parton és vízen),
- o belső kommunikációk.

VI. kötet: Tűzjelző és tűzoltó rendszer

- o több szekciós gáz és tűzjelzéssel, valamint
- o kézi és automatikus oltással.

VII. kötet: Robbanás védelmi rendszer

- o előzetes zónabesorolások a környező területre,
- o kamionos lefejtésre, valamint
- o LNG-hordozó lefejtésére.

VIII. kötet: Talajmechanika, és földrengrési jellemzők

- o az építmények és tároló tartály ellenőrzése földrengrés és széljárás hatására.

IX. kötet: Építészet

- o telepített konténerház a vezérlőegységek, a humán felügyeletre és az irodák részére,
- o üzemanyag töltőállomás kialakítása az adagolókkal, védettővel a kutak felett, és esetleges gázvezetés.

X kötet: Tartószerkezetek (föld feletti LNG vezetékekhez)

XI. kötet: Közlekedésépítés és utak, parkolók, valamint közúti kiszolgálás

- o kamion LNG lefejtő beállóhelye,
- o üzemanyag-töltő állomás kialakítása,
- o vasúti vágányok a lefejtés/töltésre,
- o közúti parkolás,
- o konténer LNG-tároló tér elhelyezése (a vasúti fogadásra).

XII. kötet: Környezet- és természetvédelem, valamint véderdő-sáv

XIII. kötet: Külső közművek, (vízellátás, csatornázás)

XIV. kötet: Vízi létesítmény

- o kikötő sziget, két bekötő híddal,
- o lefejtőkar és LNG vezeték parti bevezetése, (akna csatlakozással),
- o parti terminálhoz csatlakozás és kétirányú folyadék mérőhely elhelyezése az LNG lefejtésre / hajótöltésre,
- o vízi várakozóhely kijelölése a Dunán (töltés/lefejtés előtti előkészítő folyamatokra).

A teljes létesítményre a MAHART megkapta a telepítési engedélyt az ellenőrzött és jóváhagyott kiviteli tervek alapján. Kiadta Budapest Főváros Kormányhivatala Műszaki engedélyezési és Mérésügyi Osztálya a BP-12/203/02027-27/2020 ügyirat számú határozatával a Bp. XXI. ker. Csepel-sziget belterület 21023 és 210034/2 hrsz. alatti ingatlanon tervezett LNG terminál és töltőhely építési és létesítési eljárása folyamatában, és ennek kapacitáshatárát 1200 m³-ben határozták meg.

A Kormányhivatal úgy adta ki az engedélyt, hogy azt az alábbi szakhatóságok bevonásával az engedélyezési eljárásban támogatták:

- Fővárosi Katasztrófavédelmi igazgatóság Dél-Budai Katasztrófavédelmi Kirendeltsége 35120/247-2/2020 állásfoglalása.
- Fővárosi Katasztrófavédelmi Igazgatóság Katasztrófavédelmi Hatósági Osztálya, a 35100/7362/2020 állásfoglalásával.
- Pest Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Bányafelügyeleti Főosztálya a PE-06/KTF/22672-2/200 szakkérdéssel, a környezetvédelemre tekintettel.
- Budapest Főváros Kormányhivatala Építésügyi és Örökségvédelmi Főosztálya az Örökségvédelmi Osztály BP/2604/01554-2/2020 szakkérdési válaszzal.
- Budapest Főváros Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztálya Köz-

egészségügyi Osztálya a BP/FNEF-TK/5363-3/2020 válaszában.

- Budapest Főváros Főpolgármesteri Hivatal Városépítési Főosztálya az FPH 059/399-17/2020 hozzájárulásával.
- A Honvédelmi Minisztérium Hatósági Főosztálya a 10686-2/2020/h hozzájárulásával.
- Budapest Főváros Kormányhivatala Országos Közúti és Hajózási Főosztálya, a Hajózási Osztály BP/0803/00560-2-2020 szakkérdési válaszával.

Az építési engedélyhez kötött hat különböző szakkérdéssel, valamint a nyomástartó berendezésekre vonatkozó előírásokra hivatkozó követelményekre tekintettel szintén hat kérdéssel és a vonatkozó egységekre előírt jelölő táblákkal való ellátási követelményekkel került a határozati kiadásba.

A kiadott határozat aláírási dátuma 2020. 09. 01.

5. A TERMINÁL FELSZERELÉSE, BIZONYLATOLÁSOK

Az engedélyek kiadásával párhuzamosan megkezdődött a működéshez szükséges berendezések gyártása, miután a tervezést és szerelést végző fővállalkozó azokat megrendelte, és a technológiai részegységeket egy neves LNG-auditált kínai szakkég tervezte, és gyártási szinten megrendelte és minősítette.

A megrendelésekre vonatkozóan a MAHART kikötötte, hogy minden technológiai berendezésnél ragaszkodik az alábbi követelmények tételes kielégítéséhez:

- minden részegység megfeleljen az ISO LNG-re vonatkozó szabványainak,
- minden részegység a gyártónál próbanyomás és üzemi teljesítmény ellenőrzésre kerüljön,
- a funkcionális mért adatokat egyedi gyártói műbizonylatok és a tételbe mart gyártási számok igazolják,
- a mérő és ellenőrző, valamint szabályozó eszközöket kizárólag EU-s, és nyugati neves, valamint auditált nemzetközi gyártók szállíthatják,

- minden technológiai egységen belül a csövezetéseket lézeres hegesztés ellenőrzéssel kell igazolni,
- minden egység moduláris szerelt állapotban és CE jelöléssel, műbizonylattal szállítható be,
- fentiekre vonatkozóan MAHART kidolgozott egy ajánlási dokumentumot az egyes eszközök ISO / IMO, illetve DNVGL jóváhagyási és bizonylati követelményeire,
- ugyancsak kidolgozásra került egy ellenőrzési eljárás, amely biztosította egyrészt a beszállítandó technológiai részegységek azonosítását, valamint az azokhoz tartozó minősítő dokumentumok hozzárendelését,

A fentiek alapján a kínai fél elfogadta az alábbi folyamat eljárást a szállítandó részegységek exportra adásába:

- gyártott technológiai modulok gyári próbái és minősítő dokumentumai előkészítése,
- minősítő dokumentumok internetes megküldése a MAHART számára ellenőrzésre,
- MAHART ellenőrzés és archiválás, engedélye a beszállításra,
- export szállítási egységek szállításba adása,
- helyszíni átvétel ellenőrzése egységek és dokumentumok újbóli ellenőrzésével.
- átvételi problémák rendezése az esetleges szállítás alatti sérülésekre,
- modulok engedélyezése a szerelésre.

A technológiai berendezések moduljai két külön szállításban kerültek be a MAHART raktározása alá:

- az egyes technológiai modulok, skid egységek, 2021. év végén vasúti szállítással érkeztek be, a kínai gyártótól, míg
- a 100 m³-es tartályt hajóval szállították annak méretei miatt Konstancia kikötőbe, ahonnan traileren került közúti szállítással a MAHART-hoz 2022 márciusában.

Az előzőek után megkezdődött a beszállított tételek minősítő bizonylatainak, valamint fizikai egységeinek ellenőrzése, majd ennek ered-

ményeként az azokhoz tartozó egyes jelölési és dokumentum hiányosságok rendezésével kapcsolatos kisebb reklamációk adminisztratív rendezése.

A kínai tervező cég ebben az időben küldte meg az FAT és SAT dokumentumokat a szállítási jóváhagyásra.

A FAT valójában azon folyamatot tartalmazza, amelyet a technológiai modulok gyártóinál végeztek, beleértve az egyes egységekre vonatkozó gyártói próbákat, valamint hegesztési és szerelési műveletek ellenőrzését. Ebben minden az adott modulba beszerelt csövezeték anyagának műbizonylata, valamint az egyes szerelvénycsoportok gyártói próbái, illetve a teljes modul végellenőrző bizonylata is szerepel, a minősített tétel szabvány és egyedi gyártási számához rendelt, továbbá fényképes azonosítással.

A SAT dokumentum tartalmazza azon folyamatok leírását, valamint sorrendi adatait, amelyet a helyi végszerelésnél ellenőrizni, illetve dokumentálni szükséges. Ennek lényeges szerepe az alábbiakat határozza meg:

- szerelési folyamat tervezése,
- hegesztési minősítések helyi ellenőrzése és dokumentálása,
- minősítő munkák tervezése, státuszok monitorozása,
- modulok illesztési adatai, és hálózati kapcsolatai (címkézések és kapcsolási rajzok),
- infrastrukturális kapcsolatok, valamint vezérléstechnikai kapcsolatok (a hazai tervezésű automatizálással),
- a kínai tervezőmérnök helyi feladatai a végszerelés kapcsán, valamint a berendezés belső próbáinak és hatósági próbáinak kidolgozási javaslatával.

A projektet az ITM 2022-ben leállította, mivel a CEF 2021 végével megszüntette annak finanszírozását, és 22.06.30-i dátummal lezáró és költségelszámoló nyilatkozatot adott ki. (Ez annak ellenére történt, hogy eredetileg a COVID miatt olyan ígéretet adott, hogy az 500 napos teljesítést egyéves meghosszabbítással fogja engedélyezni.) Ennek megfelelően

4-5. ábra: LNG közúti diszpenzer és közúti LNG tankolófej



- visszatérő személyzeti oktatások az üzemeltetés alatti rizikók elhárítására,
- a biztonsági szabályozási rendszer továbbfejlesztése az események tapasztalatai szerint.

6. A MINŐSÍTŐ FOLYAMAT

A HAZOP PAN-LNG4 Danube pilot végállapotú minősítő folyamatát az alábbi módon javasolt végezni, az EMSA szerinti direktíva alapján.

Ki kell dolgozni a próbaüzemi programot és benyújtani azt hatósági jóváhagyásra.

Ki kell dolgozni a programot, amiben négy lépésben megtörténik azon – a tervezők közül kiválasztott – szakértők oktatása, akik a rizikó vizsgálati elemzést tervezik elvégezni a szervezetben. A program lefolytatására hat munkanapot szánnak napi 6 órával a képzés végrehajtására az alábbi tematikával:

- **1. nap:** Felkészítő oktatás a vizsgálati módszer bemutatására, a résztvevők naplózása – a fejlesztési projektben betöltött tervezési szerepével –, a HAZOP egyes napi kom-

mentjeivel, és a javaslatok hangrögzítéses feldolgozása.

- **2-5. nap:** Részletes technológiai folyamatok ismertetése és az elemzés technikai minősítése az esetleges rizikók fellépése alkalmával, napi érintett folyamatok vizsgálatának jegyzőkönyvezése.
- **6. nap:** A jegyzőkönyvek és a rizikó-analízist végző számítógépes program futtatása után kapott eredmények alapján a végeredmény műszaki összefoglalása, amelynek megfelelően a következő folyamatok kidolgozása szükséges a későbbi üzemi időszakokra:
 - o próbaprogram részletes kidolgozása az összes üzemi folyamatra és felelős kijelölése,
 - o csekk-listák felállítása minden LNG/CNG feltöltési és tankolási folyamatra, (lefejtés/tankolás előtti adminisztrációs feladatok, folyamat alatti feladatok, valamint folyamatot követő feladatok, 300-500 ellenőrző tétel a nemzetközi minták szerint),
 - o a pilot üzemeltetésére vonatkozó biztonsági fejlesztési rendszer és ahhoz tartozó szervezeti szabályzati elemek kidolgozása és felelős kijelölése,
 - o a pilot-projekt továbbfejlesztési lépéseinek javasolt módja (új rizikók felmerülése esetén),
 - o a biztonsági szabályzat továbbfejlesztése, az új értékelés alapján történő ellenőrző próbák beiktatásával,
 - o a kikötő-sziget és a teljes kikötő szervezeti szabályzatának kidolgozása és a hajózási hivatallal történő jóváhagyása.
 - o szerződés megkötési feltételei a heti fogyasztásnak megfelelő utántöltések végrehajtására, és a lefejtéssel kapcsolt előírt naplózások, valamint azok riportja,
 - o a disztribúciós szolgáltatással kapcsolt töltési műveletek végrehajtására és a lefejtéssel kapcsolt előírt naplózások, valamint azok riportja,
 - o külső védelmi tervek kidolgozása, és események riportja.

Az oktatási és felkészítési záró jegyzőkönyv tartalmi összefoglalása az üzemi átadáshoz:

- a részfolyamatokban alkalmazott egyes SIL-besorolások javaslatai (biztonsági

- fokozatok és értelmezése, a teljes rendszerre a SIL-3 elfogadása),
- pótlólagos tervezési módosítások igényének összefoglalása (ha szükséges),
 - az egyes tervezőkhöz hozzárendelt tevékenységek és azok nyilatkozatai (szakági bontásban),
 - a pilot berendezés próbaüzemre való alkalmassága (személyes nyilatkozatokkal és szavazással),
 - a próbaüzemen részt vevő hatóságok összeállítása (előírások szerint külföldi és belföldi), valamint a próbaüzemet végző személyzet kiválasztása, és minősítése a feladatokra,
 - a berendezéssel kapcsolatos beszállítói átvételi feltételek műbizonylati azonosítása és szabvány hozzárendelése (a technológiai berendezésekre, valamint az irányítási rendszerre),
 - a próbaüzemen részvételre kijelölt tervezők (szakági meghatározással),
 - a próbaüzem tapasztalatai alapján javasolt üzemeltetési ellenőrzőlisták (tevékenységek lefejtés előtt, közben és után, valamint tankolás előtt, közben és után) archiválási adatai,
 - engedélyezésre küldendő dokumentumok jegyzéke és ennek megfelelő üzemeltetési engedélyek elvárása,
 - megkapott engedélyek alapján a teljes létesítmény kereskedelmi forgalomba adása.

A próbaüzemet végző személyzetet úgy kell kiválasztani, hogy az az EMSA előírások (European Maritime Safety Agency) szerinti képzést követően LNG-terminál – adott típusú telepített eszközeihez – a megfelelő auditált intézetnél az oktatást elvégezte megfelelő eredménnyel, illetve a szimulátoros ellenőrzést végrehajtotta a próbákat megelőzően.

7. AZ ÜZEMELTETÉSHEZ SZÜKSÉGES EDUKÁCIÓS PROGRAMOK

A terminál üzembe helyezésével kapcsolatban a MAHART kidolgozta azon oktatási, képzési és frissítő utánpótlási programokat, amelyek a humán személyzeti működtetéshez szükségesek egy alternatív üzemanyag terminál esetén az országos szintű alkalmazásra:

- Felsőszintű LNG képzések gépész és villamosmérnökök részére egyetemi továbbképzésben az alábbi fókuszcsoporthoz illesztve:
 - o katasztrófavédelem,
 - o szabályozásokat végző állami hatóságok szakértői,
 - o közlekedési vállalatok (állami és magán) felsőszintű műszaki és gazdasági vezetői részére, stratégiai tervezésben jártasságra,
 - o LNG/CNG berendezésekkel kapcsolatos engedélyezési és próba-felügyeleti szakemberei,
 - o kikötői operatív irányítók, valamint ipari parkok logisztikai vezetői,
 - o oktató szakemberek képzése a 2-3. szint részére (feltételezve, hogy az oktatók a külföldi tanfolyamok EU-s anyagaira a tanfolyami anyagot elsajátították).
- Középszintű LNG képzések gépész és villamosmérnökök részére egyetemi továbbképzésben:
 - o LNG tankoló berendezések és terminálok üzemeltetés vezetői,
 - o karbantartó szakemberek és retrofit átalakítást végző szakemberek,
 - o tervezési munkákat végző szakemberek (hajós, vasúti járműves, tehergépjárműves, közlekedésszervezők, és automatizálás, robotika)
 - o logisztikai tervező és operatív irányító szakemberek képzése,
 - o HOT-Works és biztonságtechnikai ellenőrzést végző szakemberek részére (ezenkívül elméleti és gyakorlati képzés az engedélyezési folyamatok elbírálása és a biztonsági feltételek meghatározási területén).
- Végrehajtó szintű szakemberek képzése OKJ szinten:
 - o közúti és vasúti járművezetők, valamint LNG propulziós teherhajó-vezetők,
 - o személyhajó-vezetők a hivatásforgalomban,
 - o speciális munkagépek kezelői, mezőgazdasági ágazati gépkezelők és raktározási technológia,
 - o LNG-hordozó hajók és bunkerhajók vezetői,

- o LNG-logisztikában dolgozó konténeres és tartálykocsis gépjárművezető szakemberek,
- o tűzoltóság és rendőrségi szakági vezető szakemberek.
- Az LNG-logisztika területén dolgozók és háttér kompetenciák országos szinten OKJ-képzésben:
 - o szerviz kiszolgáló, javító személyzet,
 - o mentők, vízimentők,
 - o kikötői logisztikai szakemberek,
 - o flotta-üzemeltető műszaki vezetők,
 - o szimulációs tanfolyamok a 2-4. csoportbeli szakemberek problémafeltáró és elhárító munkáinak képzésére, valamint ciklikus ellenőrzésére. (E csoport részére 6-8 fős hálózatos oktató kabinetet célszerű a szimulációs tanpadra kifejleszteni.)

A hazai képzések javasolt gazdái:

Miskolci Egyetem Logisztikai Tanszéke. Ez az egyetem szakosodott a hazai gáz és olajipari területei oktatás felsőszintű végrehajtására, amelyen belül a midstream és downstream alkalmazások számunkra a mértékadók.

Budapesti Műszaki és Közgazdasági Egyetem Közlekedésmérnöki Szak, amelyen belül a közlekedési informatika a mértékadó számunkra, a digitális szimulációs rendszer kifejlesztésére.

Közszolgálati Egyetem Katasztrófavédelmi Tanszéke, ahol a hatósági szakember, a tűzoltó, valamint katasztrófavédelmi képzéseket a kriogén és magas nyomású valamint veszélyes anyagok területére célszerű kiterjeszteni.

Az Eötvös József Főiskola Vízügyi Szak (Baja), ahol a hazai vízépítés és üzemeltetés létesítményeivel kapcsolatos műszaki és gazdasági szakmai kompetenciák közép- és felsőszintű képzése is folyik.

8. A SZABADKIKÖTŐ PERSPEKTÍVÁI

Budapesti Szabadkikötő Logisztikai Zrt. a kikötő területén lévő több tucat céget kiszolgálva, az alábbi főbb funkciókat látja el:

- hajók, közúti és vasúti járművek rakodása,

- árutárolás hagyományos és hűtött raktárakban, és szabadtéren,
- árukezelés,
- raktárak, irodák és tároló területek bérbeadása,
- vámáruk kezelése, forgalom lebonyolítása,
- vasútüzemi szolgáltatások,
- közúti mérlegelés,
- 24 órás diszpécser szolgálat.

A kikötő jelenlegi forgalmát az alábbi adatokkal lehet jellemezni:

- Területi adatok: Duna 1640,5-1639,5 fkm bal parti szelvényei között
 - o 108 hektár, 34 hektár fejlesztési terület,
 - o 2 kikötő medence, 18 hajóállás,
 - o 15 km hosszúságú vasúti pályával,
 - o 1700 m függőleges partfal,
 - o 5800 m összes partfal,
 - o 10 000 m² iroda komplexum,
- Raktári bérelt területek: 157.000 m² fedett raktár
- Közúti forgalom: 1200-1500 kamion/nap
- Vasúti forgalom:
 - o 30 konténeres szerelvény heti forgalma 40 ft szárazáru konténerekkel,
 - o Koper, Trieszt kapcsolat,
 - o Rotterdam, Egyesült Királyság kapcsolat,
 - o közvetlen Kína kapcsolat a "selyemút" felhasználásával,
 - o RO-LA forgalom,
- Konténerforgalom
 - o rakott konténer 307.383 TEU/év,
 - o üres konténer 157.554 TEU/év,
- Összes áru: 1 mt/év
- Konténerterminál kiszolgálása 4 mobil konténer emelővel, 24-órás szolgálat,
 - o hajók be/kiszállítása: 300/év,
 - o ömlesztett-, gabona- és darabáru,
 - o konténerek üresen Konstancába,
 - o RO-RO forgalom,
- Rakodások vasút/kamion önjáró konténeres rakodó gépekkel,

- Rakodási kapacitás: 1 800 000 t/év.

A kikötő teljes emissziómentes működése elérhető a MAHART által fejlesztett bio-LNG/bio-hidrogén projekt üzembe helyezése révén, a szennyvízüzem CO₂ 57 000 Nm³/nap emissziója felhasználásával, a potenciális negatív szénlábnym alkalmazással.

EP-határozat szerint:

- várhatóan 2035 után csak zéró-emissziós járműveket lehet forgalomba helyezni,
- 55%-os emissziócsökkentést kell 2030-ra EU-szinten elérni,
- emiatt hazánkban min. 20% további csökkentést kell 2030-ra biztosítani.

A 2020-as EU-s célok az emissziócsökkentésre:

- 2035-re: 64%,
- 2040-re: 90%.

Hazai lehetőségek biztosítása az emissziócsökkentésre:

- kibocsátás csökkentés tervezése,
- piaci fejlemények nyomon követése,
- útvonalak kiértékelése,
- technológia-semlegesség (járművek, technológiák),
- töltési stratégia az útvonalakra és flottákra,
- retrofit járművek átállítása alternatív üzemanyagra,
- 50-100 000 kamion vonatra / hajóra tétele.

A 2020 utáni években jelentősen felértékelődött az LNG, és gyorsan nagy térnyerést mutatott az EU területén a hidrogén alapú technológiák fejlődése is. Megalakult a hazai Hidrogén Szövetség, és kidolgozta az általa javasolt hidrogén stratégiát, amelyet az Országgyűlés törvénybe is iktatott. A jövőbeni fejlesztések a teljes európai területen az alternatív és megújuló üzemanyagokat célozzák meg, amelyek egyrészt megoldják a fosszilis kiváltását és az emissziócsökkentését is. Ismert tény, hogy jelenleg a hazai teljes kibocsátás mintegy 70%-át nem a nagy energetikai és vegyipari cégek, hanem a "kis kibocsátású" ipari üzemek adják,

amelynél lokális megoldások szükségesek az emisszió kiváltására. A MAHART céljai között szerepel a Szabadkikötő zöldítése, valamint a szennyvizes CO₂ emisszió átalakítása GH₂ üzemanyaggá. Ez az eljárás nem igényel nagy hálózati csatlakozás kiépítést, és helyi megoldást biztosíthat az ott keletkező emisszió CCUS-technológiai feldolgozására. Ez a megoldás alacsony beruházással, negatív szénlábnymot ígérő technológiával kívánja megoldani az alternatív "zöld hidrogén" olcsó létrehozását, és kínálja fel a lokális ipari parkok területén a közlekedés ellátására, amely jelentősen javítaná a levegő tisztaságát, és hitünk szerint egyben ugyancsak csökkentené a dízelek által előidézett mintegy 14 000/éves halálos rákos esetet, amelyben sajnálatos módon az elsők vagyunk a lakosság arányos országos statisztikák szerint.

A nyert tapasztalatok bázisán kialakított gyakorlat a MAHART számára lehetővé teszi azt a biohidrogén generáló projektet is végrehajtani, amely ellátni képes lesz-változó üzemben-az így kialakított terminált mind a helyileg előállított bio-LNG, mind pedig a biohidrogén ellátására, utóbbinál mintegy 1200 kg/napos induló teljesítmény mellett. Ezzel lehetővé válna egy tervezett MÁV-MAHART közös projektben folyamatos üzemeltetéssel ellátni azon 3 egység M-44 tolatómozdonyt üzemanyaggal, amelyeket napi 24-órás üzemben a kikötő a vasúti szerelvények ellátására alkalmaz. Ezzel tapasztalatokat tudnánk nyerni a vasúti mozdonyok retrofit munkáira, illetve azok üzemeltetésére vonatkozóan, és a projektek együttese jelentősen előre vinné az ország célkitűzéseit mind a hidrogén stratégia, mind pedig a RePowering hazai végrehajtási feladatainál.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A MAHART Zrt. köszönetét fejezi ki a hazai volt ITM-CEF fősztálya, valamint az EU-CINEA részére a projekt megvalósításához nyújtott támogatói és finanszírozási tevékenységéért.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Oláh Gy. és tsai: "Kőolaj és földgáz után: A Metanolgazdaság" (Better Kiadó, Budapest. 2005)
- [2] 41/2016. (X. 13.) BM rendelet a minősített elektronikus aláírás és integrált dokumentumkezelésre
- [3] www.iea.org OECD/IEA, International Energy Agency Annual Outlook 2018
- [4] www.interreg-central.eu Projects in keep.eu / partners on map, Interreg projects in 2007-2013
- [5] EMSA "Development and Operation of Liquefied Natural Gas Bunkering Facilities" (European Maritime Safety Agency 2018. január)
- [6] Gas as Marine Fuel által kiadott "Recommendations of Controlled Zones, during LNG Bunkering" (2018)
- [7] Giardina, M., & Morale, M. (2015). Safety study of an LNG regasification plant using an FMECA and HAZOP integrated methodology. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 35, 35-45. DOI: <https://doi.org/f7jkkh>
- [8] DNV, Verification of offshore and onshore LNG facilities (Norvég-Német Hajó Minősítő Intézet)
- [9] IMO – the International Maritime Organization. URL: <https://www.imo.org/en/>
- [10] Európai Parlament és a Tanács 765/2008/EK rendelete



Implementation phases of an LNG terminal in Hungary

Already in the period 2007-2014, EU developments have been characterized by the proliferation of Baltic shipping environmental standards and onshore LNG terminals, with Rotterdam having a major impact, shifting the focus of development to inland waterway applications. A number of EU supply points have been developed along the Danube, including on the TEN-T corridors for road supply, followed by the creation of small-scale terminals and associated LNG carriers and bunker vessels through technical improvements in Interreg developments. The article describes the implementation of the development programme of the study plan and design work for the domestic trimodal terminal developed under the PAN-LNG4Danube project, led by MAHART Plc, and jointly implemented by domestic and Chinese experts through an EU CEF-funded tender during 2018-2021.



Umsetzungsphasen von einem LNG-Terminal in Ungarn

Bereits im Zeitraum 2007-2014 waren die Entwicklungen in der EU durch die von Umweltvorschriften für die Ostseeschifffahrt und die Verbreitung von onshore LNG-Terminals gekennzeichnet, wobei Rotterdam einen großen Einfluss hatte und den Schwerpunkt der Entwicklung auf Anwendungen in der Binnenschifffahrt verlagerte. Entlang der Donau, sowie - für die Straßenversorgung auf den TEN-T-Korridoren - wurden zahlreiche EU-Versorgungspunkte ausgebaut, die durch den Typ von kleineren Terminals und der zugehörigen LNG-Tanker und Bunkerschiffe gefolgt wurden, die durch technische Entwicklung im Rahmen des Interreg-Programms entstanden sind. Der Artikel beschreibt die Umsetzung des Entwicklungsprogramms, das gemäß dem Studienplan und der Planungsarbeiten für das inländische trimodale Terminal, das im Rahmen des PAN-LNG4Danube-Projekts unter der Leitung der MAHART Zrt. entwickelt und gemeinsam von inländischen und chinesischen Experten im Rahmen der EU-CEF-finanzierten Ausschreibung im Zeitraum 2018-2021 umgesetzt wurde.