

Az autonóm hajózás lehetőségei és szükségessége Magyarországon

A közlekedésben az autonóm járművek fejlesztése vezető kutatási terület. Nincs ez máshogy a hajózásban sem. A tengeri hajózásban a dinamikus pozicionáló rendszerek ma már mindennaposnak számítanak, és már több prototípus robothajóhajtó tesztüzeme is folyik. A belvízi hajózás ezen eredmények felhasználásával, illetve egyedi sajátosságok vizsgálatával még jórészt az elméleti és modellkísérleti kutatás szakaszban tart.

DOI: <https://doi.org/10.24228/KTSZ.2022.6.3>

**Dr. Balogh Tamás¹ – Kiss-Nagy Krisztián²
Dr. Simongáti Győző² – Dr. Hargitai L. Csaba²**

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Kancellária, Jogi és Nemzetközi Igazgatóság

²Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repüléstudományi és Hajózási Tanszék
e-mail: balogh.tamas@bme.hu, kiss-nagy.krisztian@edu.bme.hu,
hargitai.laszlo.csaba@kjk.bme.hu, simongati.gyozo@kjk.bme.hu

1. BEVEZETÉS

A hajózás technikai fejlődését fontolva haladónak vagy konzervatívnak lehet jellemezni. Ennek oka a műszaki újdonságokkal szemben támasztott nagyfokú megbízhatóság követelménye, amit a tervezési koncepciók „safety first” (elsődleges a biztonság) jelmondata fejezi ki a legjobban. Azonban a hajózás mindig nyitott volt a technikai újítások felé, amelyekkel gazdaságosabb, biztonságosabb, kiszámíthatóbb és kisebb környezetterhelésű lehet ez az áruszállítási mód.

A műszaki újdonságok szükséges szintű megbízhatóságához az alapötlet prototípusát követően egy hosszú fejlesztési folyamatra van szükség. Nincs ez máshogy az autonóm, azaz emberi beavatkozás nélküli navigációval történő, vagy más néven önvezető hajózással sem. Ennek lehetőségéhez az évtizedek óta

fejlesztett és mára már megbízhatóan üzemelő vezetőtámogató rendszerek (autopilot kormányrendszerek, dinamikus pozicionáló rendszerek, felügyeletmentes gépüzem stb.) teremtik meg az alapokat. Azonban a biztonságos, teljesen önvezető hajók megvalósításához még számos tudományterületen kutatásokra van szükség.

2. AZ AUTONÓM HAJÓKKAL KAPCSOLATOS KUTATÁSOK ÁLTALÁNOS SZÜKSÉGESSÉGE

Azt, hogy ilyen (az iparban alkalmazott megoldások felé mutató) kutatásokra szükség van, jól mutatják a közlekedési és szállítási módokat, s az autonóm hajózást is érintő alábbi körülmények:

- A 2011-es Fehér könyv célul tűzte ki, hogy 2030-ra a 300 km feletti közúti áruszállítás

30%-a, 2050-re pedig több mint 50%-a más közlekedési mód – leginkább vasút vagy vízi szállítás – révén történjen.

Az Európai Számvevőszék által *A sikeres közlekedési ágazat felé az Unióban: a megoldásra váró feladatok* címmel 2018-ban készített állapotfelmérés [1] ennek ellenére megállapította, hogy a közúti áruszállítás aránya nem csökkent, sőt nőtt, és „a teherforgalom közutakról a belvízi utakra való áttérelésére irányuló, uniós finanszírozású erőfeszítések az utóbbi 15 évben lassan haladtak előre [...] A belvízi szállítás nem nyert teret a közúti szállítás alternatívájaként, és a hajózhatóság sem javult”.

Az Európai Számvevőszék ezért azt a javaslatot tette az Európai Bizottságnak, hogy „a belvízi szállítás uniós finanszírozásának eredményességét javítandó, a tagállamok részesítsék előnyben az olyan belvízi projekteket, amelyek a legnagyobb és legközvetlenebb haszonnal kecsegtetnek, és a Bizottság leginkább olyan projekteket finanszírozzon, amelyeknél előrehaladott tervek léteznek a szűk keresztmetszetek felszámolására.”

- A foglalkoztatotti állomány változatlan-sága a vízi közlekedés fejlesztésében és üzemeltetésében belátható időn belül szűk keresztmetszetet jelenthet. Az emberi közreműködés nélküli autonóm megoldások jelentősége ezért a hajózásban is felértékelődik, különösen akkor, ha a képzőhelyek a kibocsátásukkal és az ágazati munkaadók versenyképes állásajánlatokkal nem tudnak lépést tartani a személyi állomány elöregedésével.

2019-2021 között – a COVID-19 pandémiával összefüggésben és a 2018-ig töretlen trendek kedvezőtlen jellegét némileg mérsékelve – a közúti áruforgalom egy része áttérlődött a vízi szállítási módra (a vízi áruszállítás volumene 2021-re 2,5%-kal nőtt Magyarországon 2019-hez képest) [2], a hajózási szolgáltatásokat nyújtó foglalkoztatotti létszám 12 év alatt keve-

sebb, mint 2%-kal nőtt hazánkban, vagyis a növekvő szállítási igényeket szinte változatlan létszám mellett kellene kielégíteni.

Az Európai Unió statisztikái szerint 2009-ben az EU 27 tagállamában összesen a közlekedési ágazatban foglalkoztatottak száma mintegy 10 millió fő volt, az EU összes foglalkoztatottjának 5%-a. Ezen belül a belvízi áru- és személyszállításban foglalkoztatottak aránya a 27 tagállamban az összes közlekedési ágazati foglalkoztatott 0,4%-át tette ki (vagyis az európai belvízi áru- és személyszállításban közel 40 000 főt foglalkoztattak). A KSH 2009. évi statisztikái szerint Magyarországon a belvízi szállításban ugyanakkor 751 főt foglalkoztattak (286 főt az áru- és 465 főt a személyszállításban).

A Rajnai Hajózás Központi Bizottsága által a belvízi hajózás helyzetéről az Európai Bizottsággal együttműködésben kiadott 2021. évi éves jelentésből [3] kiderül (a Magyar Statisztikai Hivatal nyilvánosan elérhető közléseivel ellentétben), hogy 2021. év végére ez a szám érdemben nem változott: Magyarországon 766 főt foglalkoztattak a belvízi hajózásban (103 főt az áru- és 663 főt a személyszállításban). A nemzetközi belvízi áruszállítást végző magyar vállalatok száma ugyanebben az évben 27, a nemzetközi személyszállítást végzőké 1 volt. (Az elérhető magyarországi közlekedési/hajózási statisztikák erősen hiányosok voltak miatt ennél teljesebb összehasonlításra nem volt módunk).

- A személyzet mellett a járműállomány állapota is a fejlesztést indokolja.

Az áruszállító járműállományt Magyarországon 2021-ben 311 db (folyékony- és száraz árut szállító) áruszállító-, 55 db toló- és vontatóhajó jelentette [3]. A személyszállításban működő járművek megoszlása ugyanakkor az alábbiak szerint alakult: folyami menetrendi és rendezvényhajózás: 21 budapesti vállalat, 79 db hajó. Balatoni rendezvény- és menetrendi hajózás: 5 vállalat, 28 db hajó. Nem balatoni, vidéki ren-

devezényhajózás: 2 vállalat, 2 db hajó. Vidéki nyaralóhajózás: 1 vállalat 13 db hajó. A személyhajóknak alig 6%-a fiatalabb 20 évesnél [4]. Ebből és az előző pontból a szerzők úgy látják, hogy a hajózási tevékenységek a foglalkoztatottak tekintetében a személyszállítás, a területi megoszlás vonatkozásában pedig erősen Budapest és Balaton felé tolnak el.

- A fejlesztést a hatályos uniós és nemzeti ágazati stratégiák is támogatják:
 - Az 1/2014 (I. 3.). Országgyűlési határozattal elfogadott *Nemzeti Fejlesztés 2030 - Országos Fejlesztési és Területfejlesztési Koncepció 1.2.11. Mobilitás és elérhetőség a gazdaság szolgálatában* c. fejezet 8. bekezdése: „A Duna hajózhatóságának kérdése meghatározza az áruszállítás volumenét, amely a hazai hajózási járműpark korszerűsítésével, környezetkímélő eszközök alkalmazásával, valamint a hazai kikötőhálózat EU konformmá tételével jelentősen növelhető”.
 - Az Európai Parlamentnek az időtálló európai belvízi közlekedés felé vezető lépésekről szóló 2021.09.14-i állásfoglalása: „A Bizottság ragadja magához a zöld, hatékony és digitális vezető szerepet, és építsen a meglévő programokra, például a NAIADES-re, amelynek abban kell támogatnia és ösztönöznie a vízi közlekedési ágazat, valamint más közlekedési módok, különösen a vasúti ágazat valamennyi szereplőjét, hogy működjenek együtt a fenntartható és szociális jövő érdekében, miközben támogatják a vállalkozásokat, a munkavállalók védelmét és az ágazat egészének versenyképességét; hangsúlyozza, hogy a belvízi utak kiváló szállítási módot kínálnak a körforgásos gazdaság új piacaiból származó áruk számára, és hogy a közlekedés-, a környezetvédelmi és az iparpolitika összehangolása kulcsfontosságú e lehetőségek megragadásához”.
 - Országos Kikötőfejlesztési Főterv 2021: „... Cél innováció útján olyan **digitális működési környezet** kialakítása [...], mely növeli a folyamatok hatékonyságát, csökkenti az adminisztratív terheket, szavatolja az áru és a személyzet biztonságát” További cél „a **vízi szállítás részarányának növelése**, a klímaváltozás hatásaihoz való alkalmazkodás”.
 - A Nemzeti Turizmusfejlesztési Stratégia 2030 – Turizmus 2.0: „...A vízi közlekedés jelentős turisztikai vonzerővel bír [...] **A balatoni hajózás a régió egy fontos vonzereje**, a BAHART által üzemeltetett komppal, séta- és rendezvényhajókkal, valamint a vitorlásokkal és e-hajókkal együtt. A turisták szélesebb körének bevonása a hajószolgáltatásokba fontos turisztikai célkitűzés. [...] **Konkrét termék a külföld felé történő kommunikációban [...] a dunai hajózás...**”
 - A Magyarország Nemzeti Katonai Stratégiájáról szóló 11393/2021 (VI. 24) Korm.határozat: „A minden területen jelenlévő mesterséges intelligenciával rendelkező robotok, [...] a nagy pontosságú és **autonóm csapásmérési képességekkel rendelkező haditechnikai eszközök** alapjaiban változtatják meg a jelenlegi hadviselés szabályait és eljárásrendjét. [...] a Magyar Honvédségnek – a vállalt szolidaritás jegyében – készen kell állnia [...] szövetségi vagy európai uniós feladatok ellátására, **külföldön és belföldön egyaránt.**”
 - Zrínyi 2026 Honvédelmi és Haderő-fejlesztési Program: „... kormány kiemelten fontos tényezőként számol a hazai védelmi ipar **minél szélesebb körű, átgondolt fejlesztésével, valamint lehetséges bővítésével**, annak gazdaságélénkítő és munkahelyteremtő hatásaival együtt”
- Az autonóm hajózáásban Magyarországnak gyakorlatilag nincs lemaradása (még).
A tengerészeti világszervezet (IMO) 2018 decemberében fogadta el az autonóm fel-

színi hajókra vonatkozó első szabályozást, a világ első autonóm hajózási vállalata pedig 2019-ben alakult. Autonóm hajókísérletekre a világon összesen csupán hét teszt-pálya van (négy norvég, egy finn, egy brit, egy amerikai), miközben több állam, tudományos szervezet fektet be a hajók autonómiájában rejlő lehetőségek kiaknázásába. Ugyanakkor csupán egyetlen olyan tesztterület van (a finn Eurajoki településen), amely globálisan nyitott mindenki számára, aki önjáró hajókat, azok forgalmát és az ezekhez kapcsolódó technológiákat szeretné tesztelni.

A kísérletek fókuszában a hajók nagyobb fokú autonómiájának kialakításához szükséges szerszerteknológiák és irányítási rendszerek tesztelése, fejlesztése áll. Erre tekintettel az autonóm járműkísérletekre a hajóiparban mindenütt természetes élővizet használnak a korábbi fedett tesztmedencék helyett, lehetőleg olyan víztesteken, ahol a tesztelésbe a valós időjárási és forgalmi viszonyok egyaránt bevonhatók (pl.: menetrend szerinti hajók, kompok útvonalai közelében, stb. ahol a fejlettebb koncepciók nagy forgalmú környezetben tesztelhetők).

A sekélyebb és a mélyebb vizekhez egyaránt gyors hozzáférést biztosító tesztterületek előnye, hogy felszereltségüktől függetlenül a több tartományú platformok teljes értékelési ciklusának lebonyolításához ideális környezetet biztosíthatnak. Könnyű, csökkenti a tranzitidőt, ezzel megnöveli a tényleges, hasznos tesztidőt. Ezen előnyöket akár Magyarországon is lehetséges volna biztosítani olyan tesztterülettel, amely alkalmassá tehető a progresszív élővízi kísérletek tervezésére különböző nyílt vízi körülmények között, a védett sekély vizektől a nyílt vízig.

A magyarországi lehetőségek kiaknázhatóságát erősíti, hogy a 10 méternél kisebb járművek (pl.: kutatóhajók, stb.) jelenleg az egész világon a legnagyobb rövid távú kereskedelmi potenciállal rendelkező hajókat képviselik, és lényegesen kisebb kockázatot

jelentenek, mint a nagyobb hajók. Az ilyen típusú hajókkal az ipar, a szabályozó hatóságok és a piaci partnerek egyaránt tesztelhetik a működést, a biztonságot a hajózható vizeken, ellenőrzött környezetben, úgy, hogy a tesztek során korlátozottan kölcsönhatásba léphetnek kereskedelmi és szabadidős hajókkal.

3. AZ AUTONÓM HAJÓZÁS HAJÓ-IPARI VONATKOZÁSÚ MOTÍVÁCIÓJA

Az autonóm hajók iránti érdeklődés nagy részét valójában a teljesen személyzet nélküli hajók által kínált új lehetőségek vezérlik. Az autonóm hajókban rejlő néhány fontos lehetőséget többen vizsgálták már (pl. [5]), ezeket az alábbiak szerint foglalhatjuk össze:

- Munkakörülmények javítása: Mindegyik szállítási mód esetén tapasztalható, hogy a járművezetők munkakörülményeinek javítása fontos kutatási terület (pl. [6]). Közös pont az egyes szállítási módok között, hogy az autonómiát és az automatizálást elsősorban olyan feladatoknál alkalmazzák, amelyek "3D", azaz Dirty, Dangerous, or Dull, magyarul piszkosak, veszélyesek vagy unalmasak. Lehet vitatkozni, hogy mely fedélzeti munkák tartoznak a 3D kategóriába, de bebizonyosodott, hogy a hajón végzett munka gyakran sokkal veszélyesebb, mint a szárazföldön végzett hasonló feladatok. Ez főként a fedélzeten bekövetkező munkabaleseteknek köszönhető, beleértve a káros anyagoknak való kitettséget is. Mindazonáltal a fedélzeten bekövetkező balesetek a szállítási láncban résztvevők mindegyikét közvetlenül vagy közvetetten károsítják (pl. Ever Given balesete).
- Javítási költségek csökkentése: A tengeren bekövetkező havariák és balesetek többségéért az emberi tényező a felelős. Ezek nagy része nem súlyos, jellemzően a kikötői építményekkel való ütközést jelenti. A hajók kijavításának ideje azonban szállítás kiesést, így jelentős másodlagos költséget jelent, a sérülés mértékétől függő járműjavítási költségeken felül. Az, hogy az emberi

hibákat, a rosszul megtervezett vezérlő-rendszerek vagy a pihenés hiánya és az unalmas munka miatti fáradtság okozza-e, sokszor nehezen eldönthető. Azonban az valószínűsíthető, hogy a jobb és nagyobb fokú automatizálás sok baleset elkerülését segítheti elő.

- Alacsonyabb személyzeti költségek: A személyzet nélküli hajók egyik általánosan elfogadott előnye, hogy a hajó üzemeltetéséhez szükséges személyzet létszáma (beleértve a parti kiszolgáló és karbantartó személyzetet is) csökken, így a személyzeti költségek csökkennek. Ez igaz lehet, de nem szabad figyelmen kívül hagyni a speciális hajók nagyobb karbantartási igényét, illetve a parti irányítóközpont szükségességét. Így várhatóan a legénységgel kapcsolatos költségek csökkenése elsősorban a kisebb hajók esetében tud jelentős költségmegtakarítást eredményezni. A jelenlegi hajóépítési trendek – részben a relatív személyzeti költségek csökkentése érdekében – a nagyobb hajók építését mutatják a méretgazdaságosság miatt. Ezek a hajók azonban kevésbé rugalmasak az áruszállításban, így felértékelődhetnek az olyan kisebb hajók, amelyeknek relatív személyzeti költsége kisebb lehet.
- Üzemanyagtakarékos (lassú) haladás (slow steaming): Az üzemanyag költsége a fuvar költség jelentős részét adja. Így az üzemanyagköltségek csökkentése érdekében a hajó tervezett szolgálati sebességénél kisebb sebességgel történő üzemeltetés általánosan alkalmazott eljárás. A célszerű sebesség megválasztása mindig kompromisszum az időfüggő költségek (pl. a személyzet költségei), valamint a sebességtől függő üzemanyagköltségek között. A személyzet nélküli hajóknál – itt is a kisebb és olcsóbb hajók esetében – várható az autonóm hajók előnye, ahol a személyzethez köthető energiafogyasztás nagyobb arányú a teljes fogyasztásban.
- Alacsonyabb hajó szerkezeti költségek: egy személyzet nélküli hajónak nincs szüksége a személyzet igényeit kielégítő terekre, fe-

délzeti házra, úgymint konyhára, mosodára, fűtésre és szellőzésre, vízre, csatornára, mentőcsonakokra és sok más költséges alrendszerre. Azon túl, hogy ezen alrendszerek nélkül olcsóbb a hajó előállítás és karbantartása, kisebb lehet a hajó szerkezeti tömege (önsúlya) vagy nagyobb a hasznos hordképessége. Egy új hajó építésénél ebből kimutatható hasznot lehet realizálni.

- Új hajótervezési koncepciók: A fedélzeti ház és a legénységgel kapcsolatos egyéb funkciók nélkül új, innovatívabb hajótervezés lehetősége nyílik meg a hajóméret-kök számára. Kisebb, rugalmasabb és hatékonyabb hajók tervezése válik lehetségessé, ami megdöntheti a hajózásban általánosan elterjedt méretgazdaságossági gondolkodást (“csak a nagy hajó a gazdaságos”).
- Kisebb környezetterhelés: A súlycsökkentés vagy a megnövekedett rakománykapacitás javítja az energiahatékonyságot, amit tovább növel a lakóterhez kapcsolódó energiaigény megszűnése is. A fedélzeti ház, felépítmény nélküli hajók légellenállása kisebb, és a hajótest általános, tágabb határok közötti optimalizálása is hozzájárulhat a nagyobb energiahatékonysághoz.

Nagy kérdés, hogy az említettek ténylegesen előnyként kiaknázhatók-e, különösen úgy, ha tekintetbe vesszük a személyzet hiánya miatt jelentkező (várhatóan) nagyobb beruházási és karbantartási költségeket (a karbantartást egy ilyen hajónál nem lehet az út alatt elvégezni, ehhez ki kell a hajót venni az üzemből, ami nem csak költségnövekedést, de bevétel kiesést is eredményez). Tengeri hajók esetében kérdés a nehézség, mint üzemanyag használhatósága, hiszen ez sokkal jelentősebb emberi odafigyelést igényel. Rendszerszintű többletköltség még a parti infrastruktúra növelése és annak üzemeltetésével együtt járó költségek.

4. AUTONÓM HAJÓK OSZTÁLYOZÁSA

Az önvezető hajók koncepciójában rejlő lehetőségeken túl fontos említést tenni a szabályozási környezet megváltoztatásának szükségességé-

ről. Ez a műszaki megvalósításon túlmutató, nyilvánvalóan nagy feladat, hiszen nemzetközi szinten és a nemzeti vagy regionális belvízi hajózás esetén is foglalkozni kell vele. Ezt már több intézmény és nemzetközi szervezet is felismerte, azonban jogszabályi szinten még nem ismert az autonóm hajózás fogalma.

Először az autonóm hajók kategóriáit kell megteremteni, azaz osztályozni kell azokat. A tengeri hajózásban a nemzetközi hajóosztályozó társaságok már megtették az első lépéseket. Például a legnagyobb hajóosztályozó társaság, a Det Norske Veritas (DNV) 2018-ban már közzétette az iránymutatását az autonóm és távolról irányított hajók osztályozására vonatkozóan [7]. A dokumentum kiterjed a hajók automatizáltsági foka szerinti:

- osztályozás folyamatára,
- a navigációs funkciókra, különös tekintettel az ember szerepére, az ütközés és zátonyra futás elkerülésére,
- rendszertervezési követelményekre, különös tekintettel az egyes meghibásodási esetekben elvárt rendszerváltozásokra és a redundanciára,
- távvezérlő és irányítóközpontokra,
- kommunikációra, különös tekintettel a hajó-hajó és hajó-part közötti információáramlásra és az információbiztonságra.

Az iránymutatás navigációs szempontból öt automatizálási szintet különböztet meg (1. táblázat).

Hasonló iránymutatást az amerikai osztályozó társaság, az American Bureau of Shipping (ABS) is kiadott 2021-ben [8], amelyben a DNV-hez hasonló eljárásrendet és követelményrendszert határoz meg, kiegészítve a rendszeresztetekre és felülvizsgálatokra vonatkozó ajánlásaival.

A belvízi hajózásban az autonóm hajók kategorizálására a Rajnai Hajózási Központi Bi-

1. táblázat: A hajók irányításának automatizáltsági szintjei a DNV szerint

Automatizáltsági szint osztály jele	Az automatizáltsági szint leírása
M	Kézi irányítás. Az irányítás teljes mértékben emberi beavatkozással történik
DS	A kézi irányítást döntéstámogató berendezés segíti
DSE	Az irányító rendszer önálló döntéshozatalra képes, azonban a végrehajtás emberi beavatkozáshoz kötött
SC	Önálló irányításra és döntéshozatalra képes rendszer, de mindez emberi felügyelet mellett történik
A	Teljesen autonóm irányítás önálló döntéshozattal, amely nem igényel emberi felügyeletet

zottság (Central Commission for Navigation on the Rhine – CCNR) 2018-ban fogadott el egy határozatot [9]. A határozatban egy belvízi hajó irányításának automatizáltsági fokát hat szintben határozta meg, amiket a hajót irányító berendezések (propulzió, kormányzás stb.), a navigációs környezet figyelését végző eszközök üzemeltetőjétől, illetve a hajózási eseményektől függő dinamikus navigációs feladatok végrehajtását végzőtől tesz függővé.

Az osztályozó társaságok és nemzetközi hajózási szervezetek ajánlásait a hajózást szabályozó szervezetek is figyelembe veszik (pl. az EU PLATINA 3 programja, vagy az ENSZ EGB Belvízi Hajózási Bizottsága), s ezek teremtenek alapot a jelenleg folyó kutatásoknak, prototípus teszteleseknek.

5. KEZDEMÉNYEZÉSEK ÉS MEGVALÓSULT PÉLDÁK

Számos olyan ipari fejlesztés valósult már meg, ami a hajózás egy szeletének automatizálásával segíti a hajót irányító és kiszolgáló személyzet munkáját. Ilyenek a már említett „vezetést támogató” rendszerek (pl. autopilot, útvonalkövető, dinamikus pozicionáló rendszer, trajektória előrejelzők, szenzorok és kamerák, automatizált gépek és rakodóberendezések stb.), amelyek növelik a hajózás biztonságát,

2. táblázat: A hajók irányításának automatizáltsági szintjei a CCNR szerint

Automatizáltsági szint jele és neve	Hajót irányító berendezések kezelése	Navigációs környezet figyelése	Dinamikus navigációs feladat végrehajtás	Példa:
0 – nem automatizált	ember	ember	ember	Radarberendezéssel segített irányítás
1 – kormányzást segítő rendszer	ember/gép	ember	ember	Fordulási szögsebességre vezérelt kormányrendszer
2 – részlegesen automatizált irányítás	ember/gép	ember/gép	ember	Előre meghatározott navigációs helyzetekre programozott, a hajó irányítását önállóan végző hajóirányító rendszer. Az előre programozott helyzeteken kívül emberi irányítás szükséges.
3 – feltételesen automatizált irányítás	gép	gép	ember/gép	A hajó irányító rendszere önállóan irányítja a hajót a dinamikus navigációs helyzetekben is (pl. ütközés elkerülés) azzal a feltétellel, hogy működését a hajóvezető ellenőrzi és jóváhagyja.
4 – nagy automatizáltágú irányítás	gép	gép	gép	A hajó irányító rendszere önállóan irányítja a hajót a dinamikus navigációs helyzetekben is, anélkül, hogy emberi felügyeletet igényelne. Azonban a speciális manőverezési helyzetekben (pl. zsilip meghajózás, kikötés) emberi beavatkozás szükséges.
5 – teljesen automatizált irányítás	gép	gép	gép	A hajó irányító rendszere önállóan irányítja a hajót a dinamikus navigációs helyzetekben is, anélkül, hogy emberi felügyeletet igényelne.

csökkentik a környezetszennyezést, és egyes esetekben gyorsabbá tehetik a rakomány célba juttatását, de nem nélkülözik az emberi beavatkozást és felügyeletet. Vannak nagy cégek (pl. Kongsberg, Rolls-Royce, Wärtsilä) amelyek már kínálnak kész megoldásokat és termékeket ilyen feladatokra, de nagyon kevés olyan megvalósult vagy előrehaladott projekt van, amely során teljesen autonóm hajót fejlesztettek és építettek volna. Az autonóm szó itt a mesterséges intelligencia valamely formájára utal, míg az automatizált vagy távvezérelt megoldást jelenti, hogy még mindig emberi felügyeletet igényel a rendszer olyan rendkívüli események megoldásához, ahol a programozás talán nem megfelelő, és ahol az emberi kreativitás még mindig sokkal jobb, mint bármely eddig kifejlesztett mesterséges intelligencia [10]. Teljesen autonóm hajó alatt esetünkben a következőkben azt értjük, hogy a hajó teljesen személyzetmentes (unmanned), nincs lakótere, nincsenek személyzethez kapcsolódó készletei, és nincs olyan állandó tér a hajón, ami a hajó ember általi irányítására szolgál (pl. kormányállás). Ebből kifolyólag

nem számít teljesen autonóm hajónak, ha egy meglévő hajó vezérlését automatizáljuk, azaz pl., ha a kormányt és a töltésszabályzózt beavatkozók segítségével szabályozzuk, jöllehet erre is van megvalósult példa a világban. Ebben a pontban csak a teljesen autonóm hajókra összpontosítva mutatunk be példákat tengeri, majd belvízi viszonylatban.

5.1. Tengeri autonóm hajózás

Tengeri viszonylatban sok kutatás zajlik autonóm hajókkal kapcsolatban, de jelenleg világszerte csak néhány olyan projekt létezik, mely során teljesen autonóm hajót fejlesztenek vagy építenek. Ilyen projekt például a Rolls-Royce finnországi AAWA projektje, vagy a három Norvégiából indult projekt a MUNIN, a DNV GL ReVolt és a YARA Birkeland. A következőkben ezeket a kezdeményezéseket tekintjük át röviden.

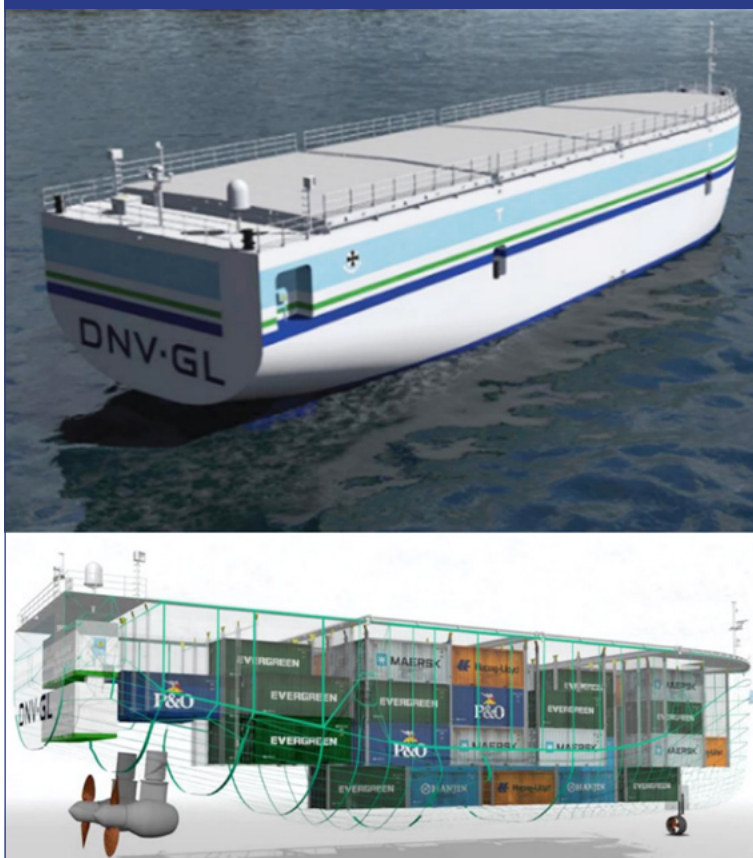
Az Európai Unió MUNIN elnevezésű (Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks) projektje egy együtt-

működésen alapuló kutatási projekt, amelyet Norvégiában indítottak el, hogy öt másik európai ország partnereivel együttműködve hozzájáruljon az európai hajóipar versenyképességéhez és fenntarthatóságához. A MUNIN célja egy olyan nyílt tengeri autonóm hajó koncepciójának kidolgozása, amelyet elsősorban a fedélzeti automatizált döntési rendszerek irányítanak, de szükség esetén egy távoli, parti irányítóállomáson lévő kezelő is tud vezérelni. A projekt arra a következtetésre jutott, hogy a teljesen autonóm hajó megvalósításának nincsenek komoly akadályai, de létezik néhány korlátozó tényező [11], amelyek közül a legfontosabb a rövid és közép-távú megvalósítható üzleti modellek kidolgozása, valamint a jogi nehézségek.

Emellett a DNV GL nemzetközi hajóosztályozó társaság kutatói azt vizsgálják, hogy megvalósítható-e a személyzet nélküli, akkumulátorral működő áruszállító hajók alkalmazása a norvégiai partok közelében. A projekt során a DNV GL kifejlesztett egy rövid távú (hatótávolsága maximum 100 tengeri mérföld) tengeri szállításra szánt autonóm hajó prototípust, amely a ReVolt nevet kapta. A projekt célja a szárazföldi logisztikai hálózatokra nehezedő nyomás csökkentése, az üzemeltetési költségek csökkentése, valamint a tengeri műveletek biztonságának javítása [12]. A prototípus látványterve az 1. ábrán látható.

A MUNIN projekt eredményeire támaszkodva a YARA cég egy norvég tengertechnológiai céggel együttműködve kifejlesztette a YARA

1. ábra: ReVolt autonóm, elektromos konténerszállító prototípus látványterve ([13])



Birkeland prototípust. A Yara Birkeland várhatóan a világ első teljesen elektromos, nulla közvetlen károsanyag-kibocsátású, autonóm konténerhajója lesz. A hajóhoz a KONGSBERG cég nyújtja az összes kulcsfontosságú alapterchnológiát, pl. a hajó táv- és autonóm vezérléséhez szükséges intelligens érzékelőket, az elektromos meghajtást, az akkumulátorokat és a meghajtásvezérlő rendszereket. A hajón jelenleg egy ideiglenes kormányállás van telepítve a tesztelési időszakra, de várhatóan a közeljövőben a hajó átáll teljesen autonóm üzemre, és ezzel értékes tapasztalatokkal járul hozzá az autonóm hajók fejlődéséhez. Jelenleg ez az egyetlen teljesen autonóm hajózásra tervezett, megépült hajó. A megépült prototípus a 2. ábrán látható.

2. ábra: Yara Birkeland autonóm, elektromos konténerszállító ([14])



A Rolls-Royce cég egy közös ipari projektet indított Finnországban Advanced Autonomous Waterborne Applications (AAWA) néven. A résztvevők megpróbálták megalkotni a legmegfelelőbb megoldást egy olyan távvezérlésű vagy teljesen autonóm hajóhoz, amely várhatóan a közeli jövőben megvalósulhat. A projekt keretében egy szimulált autonóm hajóirányító rendszert hoztak létre, amelyet egy műholdas kommunikációs kapcsolat köt össze a szárazföldi rendszerekkel. A projekt a kiber- és tengeri biztonság (pl. kalózkodás) kérdéseit is vizsgálja a távvezérelt és autonóm hajók biztonságos és védett üzemeltetése érdekében.

A Rolls-Royce számos egyéb autonóm hajózással kapcsolatos projektben vesz részt (pl. Blue Ocsen), de egyelőre nem tudni megvalósult prototípusról.

A Yara Birkeland és a ReVolt autonóm hajó prototípusok legfontosabb adatait a 3. táblázat mutatja be.

5.2. Belvízi autonóm hajózás

Tengeri hajók esetében bizonyos értelemben könnyebb megvalósítani az autonóm hajózást, mivel a hajó az útja során kb. 90%-ban a nyílt tengeren, főleg egyenes vonal(ak) mentén közlekedik, amelyet egy útvonalkövető autopilot is képes megvalósítani. Az ilyen berendezések már régebben is léteztek és évek óta használatban vannak. Belvízi környezetben jóval nehezebb teljesen autonóm hajót kivitelezni, mert jelentősen szűkebb a rendelkezésre álló vízi út, sok az épített (pl. zsilip, hídpillér) és nem épített akadály (pl. homokzátó, sziget, uszadék), valamint sok a zavaró körülmény a hajózás során. A hajónak szinte folyamatosan manővereznie kell, hiszen a folyókon ritka az egyenes szakasz, de sok helyen a hajóforgalom is jelentős, ami tovább nehezíti a hajó irányítását. Például a városokban rengeteg kisebb személyhajó vagy nehezen észrevehető kedvtelencélú hajó van,

3. táblázat: A Yara Birkeland és a ReVolt autonóm hajó prototípusok főméreteinek összehasonlítása

Főméretek	ReVolt	Yara Brikeland
Kapacitás	100 TEUs	120 TEUs
Teljes hossz	60 m	80 m
Szélesség	14,5m	15 m
Merülés	5 m	5 m
Szolgálati sebesség	6 kn	6kn
Akkumulátor kapacitás	3 MWh	6,7 MWh

nem is beszélve a nagy szállodahajókról, amelyek igencsak zsúfoltta tudják tenni az amúgy sem túl széles hajóútat. Jóllehet a tengeren is vannak nehéz időjárási körülmények (pl. szél, eső, köd, vihar stb.), de a belvízen ezen felül ki kell küszöbölni a folyamatos sodrás, a csatornák és a sekélyvíz zavaró hatásait is. Ennek ellenére Európában számos kezdeményezés és kutatás zajlik, ami autonóm belvízi hajók fejlesztésével kapcsolatos.

A Watertruck+ egy innovatív európai projekt, amelynek célja, hogy megoldást kínáljon a kis vízi utakon történő áruszállításra, illetve nagyobb rugalmasságot biztosítson a vízi közlekedésben. A modulárisan összeállítható tolatmányokat kisebb-nagyobb környezetbarát tolóhajók tolnák a nagyobb vízi utakon. Majd a tolt, autonóm hajókat köny-

nyen össze- vagy szétkapcsolva a kisebb vízi utakon is használhatók lennének, akár hajózó legénység nélkül is. A tervezet maximális rugalmasságot biztosítana a rakodási és manőverezési műveletekben, valamint a belvízi közlekedés további integrációját segíthetné elő az intermodális ellátási láncba. A számunkra érdekes autonóm hajók (3. ábra) egy orr-, illetve egy farsugárkormánnyal vannak felszerelve, így biztosítva a lehető legnagyobb manőverképességet és a legjobb térkihasználást. A fejlesztések során egy modell teszthajó is készült, amellyel a hajó manőverképességét és irányíthatóságát vizsgálták [15].

3. ábra: CEMT I típusú autonóm hajók ([16], [17])



A Seafar egy hajóüzemeltetési vállalat, amely a hajótulajdonosok és hajózási társaságok számára kínál szolgáltatásokat a személyzet nélküli vagy csökkentett személyzetű hajók üzemeltetésére. Már vannak megvalósult példák, hogy egy irányítóközponton (4. ábra) keresztül irányítanak és üzemeltetnek személyzet nélküli és csökkentett személyzetű hajókat, hangsúlyt fektetve a hatékony és biztonságos működtetésre. A parti irányítóközpont hajóvezetőit, operátorait a mesterséges intelligencián és gépi tanuláson alapuló legújabb technológiák támogatják. A szervezet célja, hogy kombinálja az autonóm navigációt (pl.

4. ábra: Seafar irányítóközpont ([18])



haladás széles folyószakaszokon) és a távvezérlést (pl. manőverek támogatása) a hatékony és intelligens hajózás megvalósításának érdekében.

A NOVIMAR projekt elképzelése szerint a partközeli tengeri, tengeri-folyami és belvízi szállítási műveleteket „hajó-vonatokkal” lehetne kivitelezni. Egy ilyen hajó-vonat egy vezető hajóból és számos csökkentett legénységű vagy autonóm követő hajóból áll, amelyeket a vezető hajóról, távolról irányítanak. A követő hajók megtartják saját manőverezési képességeiket, de többnyire a legénységgel ellátott vezérhajó fogja őket irányítani. Az elképzelések szerint a munkaerőköltségek csökkentése a személyzet nélküli vagy alacsony létszámú hajózás révén hozzájárul majd az ágazat általános versenyképességéhez, és különösen a kisebb hajók gazdasági potenciálját fogja javítani [19].

6. AUTONÓM HAJÓK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI MAGYARORSZÁGON

Tekintetbe véve, hogy Magyarországon az elmúlt két évtizedben központi stratégián alapuló hajóipari és hajózási fejlesztés (sajnos) nem történt, ezért a következőkben leírt lehetőségek pusztán a szerzők elképzelései arról,

hogy a témában milyen irányokban lehetne továbblépni, figyelembe véve a magyarországi adottságokat és jellegzetességeket.

A 3. fejezetben bemutatottakat a területeket, amelyeken az autonóm hajók többlet jelenthetnek az üzemeltetők vagy éppen a társadalom számára. Fontos azonban megjegyezni, hogy az itt feltüntetett jellemzők nem minden esetben válnak egyértelmű előnnyé. Ezért az auto-

nóm hajókat bevezetni pusztán azért, mert a technológia rendelkezésre áll, nem csak azért nem érdemes, mert az ilyen hajók kialakítása a hagyományos változatokhoz képest nagyobb beruházási költséggel jár, de azért sem, mert az üzemeltetés során közel sem biztos, hogy általuk minden esetben hasznot lehet realizálni.

A magyar hajózás jellemzői:

- évtizedek óta nincs olyan hajózási és hajóipari fejlesztési stratégia, amely általánosan elfogadást nyert volna és amelynek megvalósítását el is indítottuk;
- áruszállítás: néhány magánvállalat egyéni tevékenysége révén van, ezek központi támogatást a tevékenység végzéséhez semmilyen formában nem kapnak;
- személyszállítás: ez tekinthető a legjelentősebb szektornak. Mind a Dunán, mind a Balatonon megtalálható állami és magántársaságok részvételével, mindkét területen túlnyomórészt turisztikai céllal. A balatoni hajózás turisztikai célú fejlesztése megkezdődött, amely elvben magában foglalja a

hajópark nagymértékű megújítását is. Ugyanakkor a Bahart évek óta küzd a meglévő szakképzett legénység kiöregedésével és a fiatal szakemberek hiányával (amelynek alkalmazása ráadásul nagyon szezonális) [20]. A dunai belföldi személyhajózás Budapesti központú, de a BKV menetrendszerinti hajójáratái még névleg sem szolgálják a hivatásforgalmat (amely igényre több tanulmány is rámutatott, pl. [21]). (A cikk írásának időpontjában a menetrendszerinti járatok közül mindössze csak egy üzemel, de a korábban működő (észak-dél irányú) járatokról elmondható, hogy lassúak voltak, és sok idő ment el a kikötéssel.);

- szolgálati célú hajózás megvalósul, ezen a területen láthatók kismértékű fejlesztések is (ld. új kivitűző hajók);
- a honvédség mára kialakult, korábbiánál kisebb hajóállományának színvonalát fenntartott, de bővítés, számbeli fejlesztés vagy komolyabb korszerűsítés egyelőre nem történt;
- kishajózás – egyre több hajó kerül vízre, a kikötőkben helyhiány van, a Balatonon és egyéb tavakon terjednek az elektromos meghajtású hajók.

Ezeket és a 3. fejezetben elmondottakat összevetve a szerzők Magyarországon az autonóm rendszerek, de legalábbis a távvezérlés, illetve a különböző, fejlett vezetéstámogató rendszerek vízi közlekedési bevezetésének lehetőségét a következő területeken látják:

- balatoni kompözlekedés - A Tihanyi-Szántód közötti kompok relatív partközelsége (a szélessávú, fejlett infokommunikációs lefedettség - pl. 5G - könnyebben megvalósítható), a hajók jó manőverképessége (az új kompok ráadásul elektronikusan könnyen vezérelhetővé tehető a dízel-elektromos hajtás miatt), állandó útjoga (minden más hajóval szemben elsőbbsége van) és a Bahart szakemberhiánya mind afelé mutatnak,

hogy a kompok bizonyos mértékű, később akár teljes autonómítása relatíve könnyen megvalósítható és célszerű lehet. Ezzel szemben hat, hogy a kompok útvonalára keresztirányban, az ún. "tihanyi csőben" a nyári szezonban nagy vitorláshajó forgalom van. Autonóm kompok üzembe állításával a vitorlás társadalom szemléletformálása és a két útvonal (oda-vissza) közötti nagyobb biztonsági zóna kijelölése szükségesnek látszik. További megoldandó feladat lenne az autonómizálással párhuzamosan a járművek komponáló elhelyezési rendjének automatizálása, ezt a feladatot jelenleg a személyzet látja el. A gépi látás és az ehhez tartozó szenzortechnológia, ill. a mesterséges intelligencia alkalmazása magas technológiai szinten képes e feladat megoldására, de feltehetően egy lényegesen egyszerűbb és olcsóbb megoldással is kielégítő biztonsággal lehet a járműveket a fedélzeten elrendezni.

- balatoni átkelőhajók - Az említett tihanyi szűkületen kívül a Balaton hajózása nem nevezhető különösebben forgalmasnak, a vízfelület még a nagyobb számú nyári vitorláshajó jelenlétében sem zsúfolt. Így az átkelő hajózás autonóm kialakításának forgalmi rizikója is lényegesen kisebb. A jövőben esetleg kisebb tapasztalattal rendelkező hajóvezetők számára egyébként is célszerű lenne – különösen a kikötési manőverek támogatását segítő – fedélzeti alkalmazások telepítése, amelyek működését fejlett szenzortechnológia és szoftverrendszer biztosítaná. Ezek még a jelenlegi, elég nagy átlagéletkorral rendelkező átkelőhajókra is telepíthetők lennének, de amennyiben a flottafejlesztés ténylegesen megvalósul, az új hajók tervezésénél már nem csak ezt a szintet, hanem az önálló kikötést és a kikötők közötti haladást is biztosítani képes rendszerek kialakítását is elő lehetne írni. További szervezeti szintű sajátossága a Bahartnak, hogy az átkelőhajókon szolgáló legénységnek – mivel a kikötőkben erre más lehetőség nem adott – a hajón biztosítanak szállást. Az új – legénység nélküli vagy kisebb számú legénységgel üzemeltethető – hajóknál a

lakóter felszabadításával a befogadóképesség növelhető, vagy ha erre nincs szükség, a főméretek csökkenthetők. Az ebben a két pontban megemlített fejlesztések nem érintenek nemzetközi vizeket, így a szabályozás szükséges átalakítása is egyszerűbben elvégezhető.

- áruszállító hajók - Mivel a vízi áruszállítás Magyarországon alapvetően nemzetközi szintű, így ezen a téren biztosan igazodni kell a nemzetközi szabályozás adta (vagy jelenleg még nem adta) lehetőségekhez. Ettől függetlenül, hazai fejlesztésekkel részt lehet venni a nemzetközi kutatás-fejlesztési munkákban.
- szolgálati hajók - Az egyes szakterületeken, úgymint vízűgy, katasztrófavédelem, honvédelem, vízépítés, vízi mentés, elsősorban a tevékenységi körhöz tartozó, de jelenleg eszközökkel le nem fedett képességek fejlesztése esetén jöhetnek számításba új és célszerű építésű, kisebb-nagyobb hajók. Ezek akár az 1-2 m-es nagyságtól egészen a nagyobb méretekig készíthetők, és fegyverekkel vagy speciális mérőeszközökkel elláthatók a szükséges funkciók biztosítása érdekében. Ilyen célokra akár univerzális, moduláris, de akár felszín felett (USV/ASV - Unmanned/Autonomous Surface Vehicle) vagy alatt (AUV - Autonomous Underwater Vehicle) üzemelni képes egységek is készíthetők. A szolgálati hajózás nevesített szakterületeinek ilyen irányú fejlesztése szükséges lehet, különösen, ha pl. a Hableány katasztrófájára, a jelenleg is dúló szomszédos háborúra vagy akár a vízminőség és egyéb vízügyi mérések folyamatos szükségességére gondolunk.
- kishajók - Tekintetbe véve, hogy az autonómítás kialakítása költséges, és ezekenél a hajóknál a beruházás megtérüléséről nem nagyon lehet beszélni, csak a tehetősebb rétegeknek szánt hajókban várható, és elsősorban inkább olyan fejlesztések, amelyek a biztonságos kikötői manőverezést támogatják. Autonóm funkció kiépítésének azért sincs értelme, mert itt a hajón való jelenlét a lényeg.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Repüléstudományi és Hajózási Tanszékén jelenleg is folynak olyan kutatások, amelyek elsősorban USV-k tervezését és gyártását célozzák. Az Egyetem más tanszékein pedig az autonóm járművek irányításához kapcsolódó intenzív kutatások és fejlesztések zajlanak.

7. KONKLÚZIÓ

Összegezve elmondhatjuk, hogy jelenleg a világban és Magyarországon lenne igény teljesen autonóm hajók fejlesztésére és üzemeltetésére. Ennek oka elsősorban a legénység-hiány és a személyzethez köthető költségek, illetve a biztonság és a környezetvédelem növelésének szándéka. Ahhoz, hogy a biztonságos és fenntartható, teljesen autonóm hajózás megvalósulhasson, még számos területen kell kutatásokat végezni. Ilyen területek pl. a jogi környezet, közlekedési infrastruktúra (pl. autonóm rakodás), hajómozgások leírása és irányítása, intelligens autonóm hajóirányítás, hajó-hajó kommunikáció, hajó-infrastruktúra kommunikáció stb.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] <https://op.europa.eu/webpub/eca/landscape-review-transport/hu/#chapter5>, ISBN 978-92-847-1384-4
- [2] Nyert a járványon a vasúti és vízi fuvarozás. Sz.n. In.: Mozdonyvezetők lapja, 2021. április 9. <https://mosz.co.hu/3409-nyert-a-jarvanyon-a-vasuti-es-vizi-fuvarozas.html>
- [3] www.inland-navigation-market.org; ISSN 2070-6715
- [4] Dr. Balogh Tamás et al.: Zászlóshajó sodrásban – a hajós turizmus helyzete és kilátásai Magyarországon, in.: Vállalkozói Értésítő 2022/3., Menedzser Praxis Szakkiadó és Gazdasági Tanácsadó Kft.
- [5] Rødseth, Ø. J.: Assessing Business Cases for Autonomous and, Unmanned Ships, Technology and Science for the Ships of the Future, Proceedings of NAV 2018, 19th International Conference on Ship & Maritime Research, IOS Press 2018, ISBN 978-1-61499-870-9

- [6] Jankovics, I. and Kale, U. : Developing the pilots' load measuring system, Aircraft Engineering and Aerospace Technology, 2018, Vol. 91 No. 2, pp. 281-288, DOI: <https://doi.org/gqv77t>
- [7] DNV: Class Guideline for Autonomous and Remotely operated ships, DNV GL Guidelines, 2018
- [8] ABS: Guide for Autonomous and Remote Control Functions, ABS Guidelines, 2021
- [9] CCNR: Herbstsitzung 2018 Angenommene Beschlüsse CC/R (18) 2, CCNR Resolutions CC/R 2018 II, 2018
- [10] Verbergh, E., van Hassel, E. : The automated and unmanned inland vessel. Journal of Physics, Conference Series, 2019, DOI: <https://doi.org/jj2z>
- [11] Rødseth, Ø. J. : From concept to reality: Unmanned merchant ship research in Norway, 2017 IEEE Underwater Technology (UT), 2017, pp. 1-10, DOI: <https://doi.org/jj22>
- [12] Ziaul Haque Munim: Autonomous ships: a review, innovative applications and future maritime business models, Supply Chain Forum: An International Journal, 2019, Vol. 20 No. 4, pp. 266-279, doi: 10.1080/16258312.2019.1631714, DOI: <https://doi.org/ggbhcx>
- [13] Engelhardt, Ø.: Revolt og klassegodkjenning av autonome skip, Norsk Forum for Autonome Skip, Oslo, 2016 (https://nfas.autonomous-ship.org/wp-content/uploads/2020/09/09_dnv_pres.pdf) (2022.04.14)
- [14] <https://www.marinelink.com/news/yara-birkeland-project-paused-due-covid-478386> (2022.04.14)
- [15] Gerben P., Marcus K., Muhammad R. A.: An unmanned inland cargo vessel: Design, build, and experiments, Ocean Engineering, 2020, Vol. 201, ISSN 0029-8018, <https://watertruckplus.eu/> (2022.04.14)
- [16] https://northsearegion.eu/media/18331/opmaak-nieuwsbrief6_versie-b.pdf (2022.04.14)
- [17] <https://smartmaritimenetwork.com/tag/seafar/> (2022.04.14)
- [18] Meersman, H., Moschouli, E., NanwayBoukani, L.: Evaluating the performance of the vessel train concept. Eur. Transp. Res. Rev. 12, 23, 2020, DOI: <https://doi.org/jj23>
- [19] Simongáti, Gy.: A balatoni közforgalmú hajóközlekedés stratégiai koncepciója, Helyzetelemzés és javaslat, 2018
- [20] Közlekedés Fővárosi Tervező Iroda Kft.: A városi és elővárosi személyszállító hajók és kiszolgáló létesítmények fejlesztésére Megvalósíthatósági Tanulmány II. kötet, 2014.



The potential of and need for autonomous shipping in Hungary

The development of autonomous vehicles in transport is a leading research area. This is no different in the field of shipping. In maritime navigation, dynamic positioning systems are now commonplace, and several prototype robotic vessels are already in test operation. Inland water navigation is still largely at the theoretical and experimental modelling stage, using these results and investigating specificities. This paper gives a brief overview of the current state of the art in autonomous navigation at sea and inland waterways and analyses the opportunities in Hungary. It can be said that there is currently a demand for the development and operation of fully autonomous vessels in Hungary and worldwide. The main reasons for this are crew shortage and crew-related costs, as well as the desire to increase safety and environmental protection. In order to achieve safe and sustainable fully autonomous shipping, research is still needed in a number of areas.



Möglichkeiten und Notwendigkeit der autonomen Schifffahrt in Ungarn

Die Entwicklung von autonomen Fahrzeugen ist ein führender Forschungsbereich im Transportwesen. Dynamische Positionierungssysteme sind heute in der Seeschifffahrt alltäglich, und viele Prototypen von Roboterschiffen werden bereits getestet. Die Binnenschifffahrt befindet sich mit der Verwendung dieser Ergebnisse sowie mit der Untersuchung von den einzigartigen Merkmalen noch weitgehend in der theoretischen und experimentellen Modellforschungsphase. Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick über den aktuellen Stand der Technik der autonomen Navigation auf See und Binnenwasserstraßen und analysiert die Möglichkeiten in Ungarn. Es kann gesagt werden, dass es derzeit in Ungarn und weltweit eine Nachfrage nach der Entwicklung und dem Betrieb von völlig autonomen Schiffen gibt. Grund dafür sind in erster Linie der Personalmangel und die damit verbundenen Kosten sowie die Absicht, die Sicherheit und den Umweltschutz zu erhöhen. Um eine sichere und nachhaltige vollautonome Schifffahrt zu erreichen, ist noch Forschung in einer Reihe von Bereichen erforderlich.

