

ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ИНФОРМАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗА ПОВИШАВАНЕ НА СИГУРНОСТТА ПРИ ПРЕВОЗ НА ОПАСНИ ТОВАРИ ПО ВЪТРЕШНИТЕ ВОДНИ ПЪТИЩА

Явор Александров, Виктор Дуков

Докторанти в кат. КУТОЧВП на Технически университет – гр. Варна

Резюме: В тази статия са разгледани възможностите на информационните технологии за наблюдение и управление на трафика на плавателните съдове по вътрешните водни пътища. Целта на изследването е да се оценят възможностите за проследяване на различни типове съдове в определен участък на плавателния път и по-специално на съдове, превозващи опасни товари с цел повишаване на безопасността на корабоплаването и оценяване на сигурността на превозите. Изследването е извършено с помощта на специализирано приложение, интегрирано в системата за наблюдение BulRIS. Приложението позволява събиране и изобразяване на статистическа информация за корабния трафик в българския участък на р. Дунав за определен изминал период с възможности за последваща обработка и анализ на данните.

Ключови думи: Информационни технологии, Проследяване на трафика, Опасни товари

ON POSSIBILITIES OF INFORMATION TECHNOLOGIES TO IMPROVE SAFETY IN THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS ON INLAND WATERWAYS

Yavor Alexandrov, Viktor Dukov

PhD Students, Navigation Dept., Technical University of Varna

Abstract: This paper examines the possibilities of information technology for monitoring and managing vessel traffic on inland waterways. The aim of the study is to assess the possibilities for tracking different types of vessels in a certain section of the waterway, and in particular vessels carrying dangerous goods, in order to increase safety of navigation and assess the security of inland waterways transport. The research was carried out using a specialized application integrated into the BulRIS information system. The application allows

the collection and display of statistical information about vessel traffic in the Bulgarian section of the Danube River for a certain past period with options for subsequent processing and analysis of the data.

Keywords: *Information technologies, Vessel Traffic and Tracing, Dangerous Goods*

1. Въведение

Информационните технологии бележат значително развитие в последните години. Базирани на използването на все по-бързи електронни компоненти, нарастващ капацитет на запомнящите устройства и на комуникационните канали за обмен на данни, както и на разработване на все по-ефективен софтуер с подобрен потребителски интерфейс и с елементи на изкуствен интелект, тези технологии намират все по-широки приложения в икономиката, в научните изследвания, в обществения живот и т.н. Водният транспорт, като един от най-важните компоненти на икономическия и обществен живот не остава изолиран от тази тенденция. Сред най-значителните проявление на навлизането на информационните и комуникационни технологии в корабоплаването е въвеждането на т.нар. „Системи за наблюдение и управление на трафика на плавателните съдове“ (Vessel Traffic Management and Information Systems, VTMISS). По силата на директива 2002/59 на ЕС, както и на редица други международни и национални регламентиращи документи, изграждането на такава система е задължително за всяка страна – членка на ЕС [1, 2]. Наблюдението на корабния трафик по вътрешните водни пътища е важен елемент на цялостния процес, който се базира на съдържанието на т.нар. “Бяла книга” на европейската транспортна политика и който предвижда използването на информационни системи с голям капацитет за подобряване на надеждността и безопасността на речното корабоплаване, подчертавайки необходимостта от разработването и прилагането на програми за интелигентна мобилност на водния транспорт (Mid-term review of White Book on European Transport Policy for 2010, June 2006) [3].

2. Системата BulRIS и нейните информационни възможности

Българската речна информационна система (Bulgarian river information system BulRIS) е една съвременна високотехнологична система за наблюдение и управление на трафика на плавателните съдове в българския участък на р. Дунав. Основните задачи, които тя изпълнява включват [4, 5, 6]:

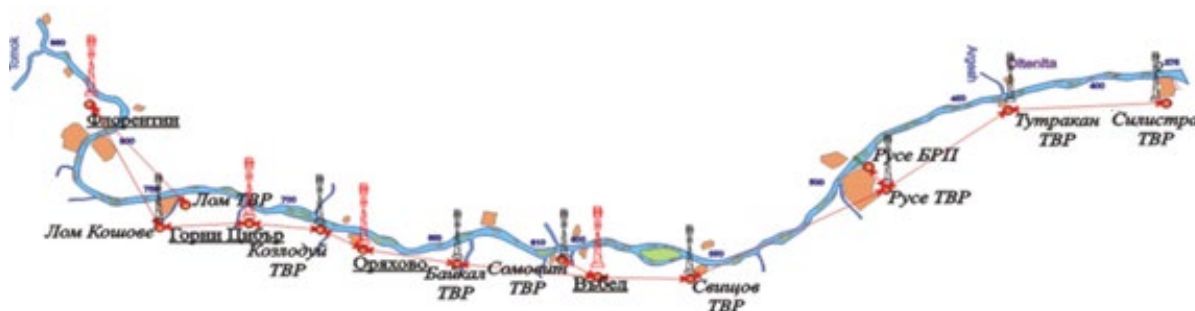
- Поддържане на актуални електронни навигационни карти на фарватера на реката;
- Събиране и обработване на тактическа и стратегическа информация на маршрути за движение на корабите;
- Управление на движението на корабите – в определени райони, пристанища и мостове;
- Ликвидация на последствията от катастрофи;
- Планиране на рейсове;
- Управление на пристанищата и на терминалите;
- Управление на товарите и на флота;
- Набиране на статистически данни за трафика на плавателните съдове в българския участък на р. Дунав.

Законовата рамка на системата е очертана от европейската директива 2005/44/ЕС, публикувана на 30.09.2005г. и влязла в сила на 20.10.2005г, както и ръководните правила за работа на речните информационни системи [3].

Изграждането на речната информационна система BulRIS започва през 2009г. и е финансирано по проект BG 161 РО 004-4.0.01-0003 Създаване на речна информационна система в българската част на река Дунав – БУЛРИС. Общата стойност на проекта е почти 38 000 000 лв, като около 70% от тях са предоставени от Европейския фонд за регионално развитие. Реализацията на проекта преминава през два етапа. По време на първия етап (Фаза 1: Създаване на речна информационна система в българската част на р. Дунав) е изградена и пусната в експлоатация инфраструктурата на системата. Втората фаза включва изграждане на оперативен център в гр. Русе и резервиращ център в гр. Варна, както и разширяване на обхвата на услугите, в т.ч. система за разпространение на информация до корабоплавателите (Vessel Tracking and Tracing, VTT), електронен обмен на административна информация и интерфейс за международен обмен на данни с други държави. Във фаза 2 е включено и внедряване на системата за мониторинг и заснемане състоянието на речното дъно [8, 9].

На фиг. 1 са показани обектите по българския участък на р. Дунав (т.нар. “Постове за наблюдение, Remote sites”), които осигуряват функционирането на системата. Общият брой на обектите по крайбрежието на реката е 18, а в гр. Варна е инсталиран т.нар. „Резервиращ“ център, който е в състояние да управлява системата, когато по някаква причина оперативният център в гр. Русе не функционира. Комуникационната инфраструктура се състои от 13 комуникационни кули, които са

използвани за инсталиране на радиорелейни и оптични линии. На кулите са инсталирани допълнително 8 базови станции на автоматичната идентификационна система AIS и една референтна DGPS станция за повишаване на точността на позициониране на корабите по реката. Комуникацията с корабите се извършва на ултракъси вълни (УКВ) с помощта на 8 брегови радиостанции, работещи на 16-ти, 18-ти, 19-ти, 20-ти и 80-ти УКВ канал.



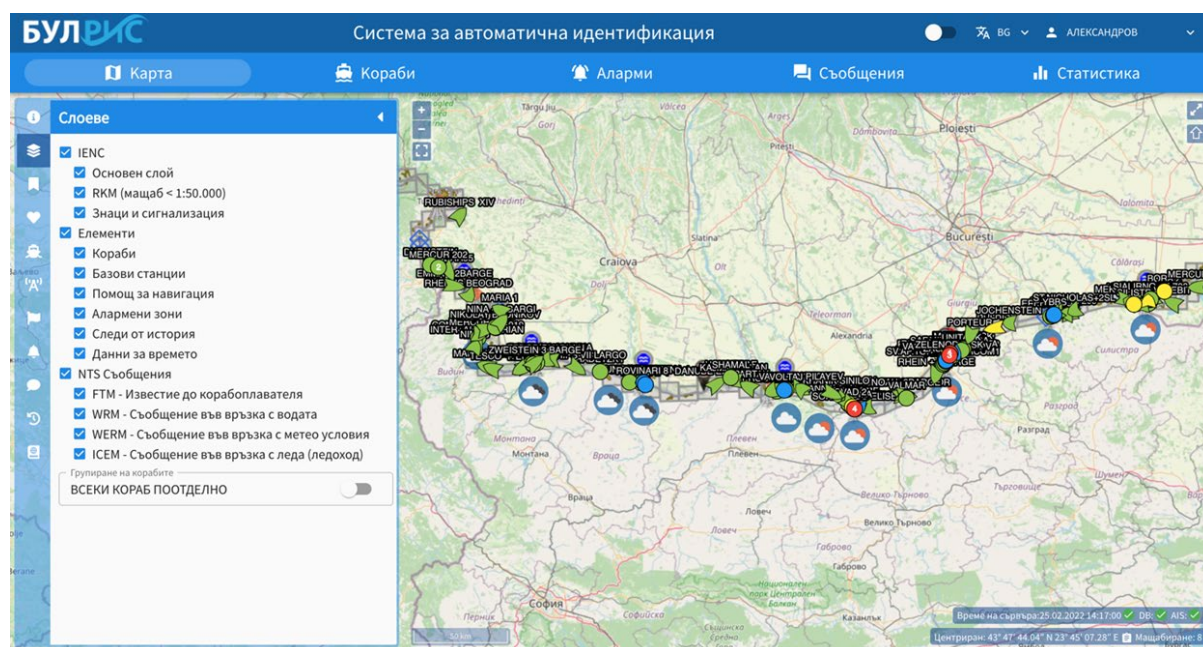
Фигура 1. Разположение на обектите в системата BulRIS (от [8])

Радиолокационното наблюдение се извършва с помощта на 7 брегови радиолокационни станции (БРЛС), работещи в X обхвата (9,4GHz работна честота, 3cm дължина на вълната). В районите на пристанищата е организирано видеонаблюдение и Wi-Fi покритие. Данните от сензорите се събират за съхранение в два информационни центъра – западен център в гр. Лом и източен в гр. Русе [8, 9].

3. Система за разпространение на информация до корабоплавателите VTT

Системата VTT е разработена допълнително като подсистема на BulRIS за визуализация на корабния трафик в средата на глобалната мрежа Интернет [6, 7]. Системата предоставя информация, която се събира от корабните AIS транспондери посредством базовите станции, разположени по българското крайбрежие на р. Дунав, от радиолокационните станции и от други източници като пристанища, Изпълнителна агенция за проучване и поддържане на р. Дунав (ИА“ППД“) и др. Информацията се предоставя на потребителите чрез ограничен достъп, защитен с потребителско име и парола, които могат да бъдат получени от съответната дирекция на Държавно предприятие „Пристанищна инфраструктура“ (ДП“ПИ“). Характерна особеност на достъпа до информацията през Интернет е, че не се гарантира работа на приложението в реално време и следователно не може да бъде използвана за целите на управлението на корабния трафик [10].

На фиг. 2 е показана картата на българския участък на р. Дунав с всички елементи включени в нея. Виждат се корабите по реката, базовите станции, хидрометеорологични станции, осигуряващи данни за времето, знаците и сигнализацията и други. Възможно е управление на информационните слоеве на картата и на нейния мащаб.



Фигура 2. Система VTT-кораби в българския участък от р. Дунав (от [7])

Приложението включва меню със следните команди:

- **Карта:** Команда за управление на слоевете и мащаба на картата, различните източници на информация (елементи) и съобщенията обменяни с тях (IENC, Елементи, NTS съобщения);
- **Кораби:** Команда за управление на информацията за всички кораби в българския участък на р. Дунав (Номер на кораба в морската подвижна служба (MMSI), Име пзна кораба, Тип, Последно пристанище, Навигационно състояние, Състояние на товара, Дестинация, Брой изображения). Информацията включва още размери на кораба, газене, брой на членовете на екипажа, текуща позиция, курс и скорост, изобразени също и на картата;
- **Аларми:** Команда за изобразяване на алармените съобщения и зоните в които са излъчени (Алармени зони и Алармени съобщения);
- **Съобщения:** Команда за изобразяване на съобщения до различни потребители на информационната система (Съобщения, отнасящи се до безопасността, в т.ч.

съобщения, съдържащи информация за извършена корекция на корабоплавателния път, Известия до корабоплавателите, Съобщения във връзка с водата, Съобщения във връзка с метеорологичните условия и Ледохода);

- Статистика: Команда за изобразяване на статистическа информация за корабния трафик в българския участък на р. Дунав за определен изминал период. Изобразяването може да бъде в графичен и в табличен вид.

Целта на изследването в настоящата статия е да се оценят възможностите на системата за наблюдение на трафика на корабите в българската част на р. Дунав и за повишаване на безопасността на корабоплаването по транспортен коридор №7. Допълнително за сигурността при превоза на опасни товари и оценката на риска, съпътстващ тази дейност. В най-общ план целта на идентифицирането на риска е да се определи какво може да се случи и при какви конкретни ситуации, които могат да повлияят на дейностите, свързани с осигуряване на сигурността на превозите на опасни товари [11]. В тази връзка и на следващ етап целта на изследването може да се разшири до поддържане на ситуационната осведоменост на операторите в системата BulRIS възможно най-реалистична, за да се постигне безопасността на корабоплаването и сигурността на инфраструктурата [12, 13]. Изследването е извършено с помощта на командата „Статистика“ от менюто на приложението VTT [7]. Командата позволява изобразяване на статистическа информация за корабния трафик в българския участък на р. Дунав за определен изминал период (от 10 дни, 30 дни (един месец) или 60 дни (два месеца) назад). Изобразяването може да бъде в графичен и в табличен вид. изследваните периоди през 2022г. и през 2025г. (по данни от [7]).

На фиг. 3 е показана графика, представяща броя на корабите, опериращи в българския участък на р. Дунав за период от 60 дни през месеците януари и февруари 2022г. и през март и април 2025г.

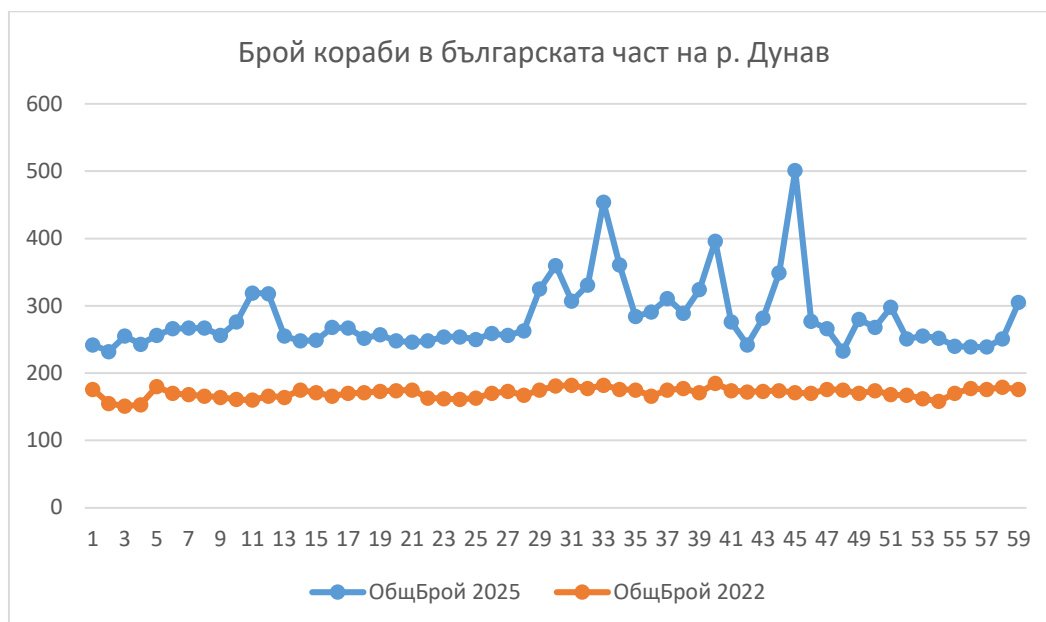
Числовите данни позволяват да се изчислят още средната стойност (1) и средно-квадратичното/стандартно отклонение (2), с помощта на изразите

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

и

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (2).$$

Изчисленията показват, че интензивността на трафика е нарастнала значително през последната година (от средно 170 кораба за 2022г. до 281 кораба на ден за 2025г.). Като вероятна причина тук може да се посочи пандемията COVID – 19, която ограничи в голяма степен икономическото развитие на европейските държави през този период. Вижда се също, че докато интензивността на трафика през първия изследван период е била сравнително постоянна (стандартно отклонение 7,25), то през втория период се наблюдават значителни отклонения (от порядъка на 50,93), достигащи в определени дни до почти двойно по-високи стойности от средната (до 501 кораба на ден). Вероятна причина за това може да са Великденските празници в края на м. април и майските празници в периода 01.05. – 06.05.2025г.



Фигура 3. Брой кораби, опериращи в българския участък на р. Дунав на ден за изследваните периоди през 2022г. и през 2025г. (от [7])

В допълнение към възможностите на приложението VTT за статистическа оценка на интензивността на трафика на плавателните съдове е предвидена и възможност за проследяване на съдовете, превозващи опасни товари. Съгласно член 3.14 от Правилата за плаване по р. Дунав – Допълнителна сигнализация за кораби на ход, извършващи превоз на определени опасни товари [14]:

- Кораби, осъществяващи превоз на лесно-възпламеними вещества, трябва да носят освен другата сигнализация, предписана в тези Правила, и следната сигнализация:

През нощта: една синя светлина;

През деня: един син конус с върха надолу.

Тези сигнални знаци трябва да се разполагат на подходящо място и на височина, позволяващи да се виждат от всички страни. Синият конус може да бъде заменен с един син конус в носа и в кърмата на кораба, разположени на височина не по-малко от 3 м.

- Кораби, осъществяващи превоз на опасни за здравето вещества, трябва да носят освен другата сигнализация, предписана в тези Правила, и следната сигнализация:

През нощта: две сини светлини;

През деня: два сини конуса с върха надолу.

Тези сигнални знаци трябва да се разполагат на разстояние около 1 м един над друг, на подходящо място и на височина, позволяващи да се виждат от всички страни. Двата сини конуса може да бъдат заменени с два сини конуса в носа и в кърмата на кораба, долният от които разположен на височина не по-малко от 3 м.

- Кораби, осъществяващи превоз на взривоопасни вещества, трябва да носят освен другата сигнализация, предписана в тези Правила, и следната сигнализация:

През нощта: три сини светлини;

През деня: три сини конуса с върха надолу.

Тези сигнални знаци трябва да се разполагат на разстояние около 1 м един над друг, на подходящо място и на височина, позволяващи да се виждат от всички страни.

В табл. 1.а) и табл 1.б) са представени данни за корабите, превозващи или не опасни товари за изследваните периоди през 2022г. и през 2025г. съответно. От таблиците се вижда, че в българския участък на р. Дунав оперират предимно кораби който не превозват опасни товари (0 сини конуси/светлини).

Таблица 1.а)

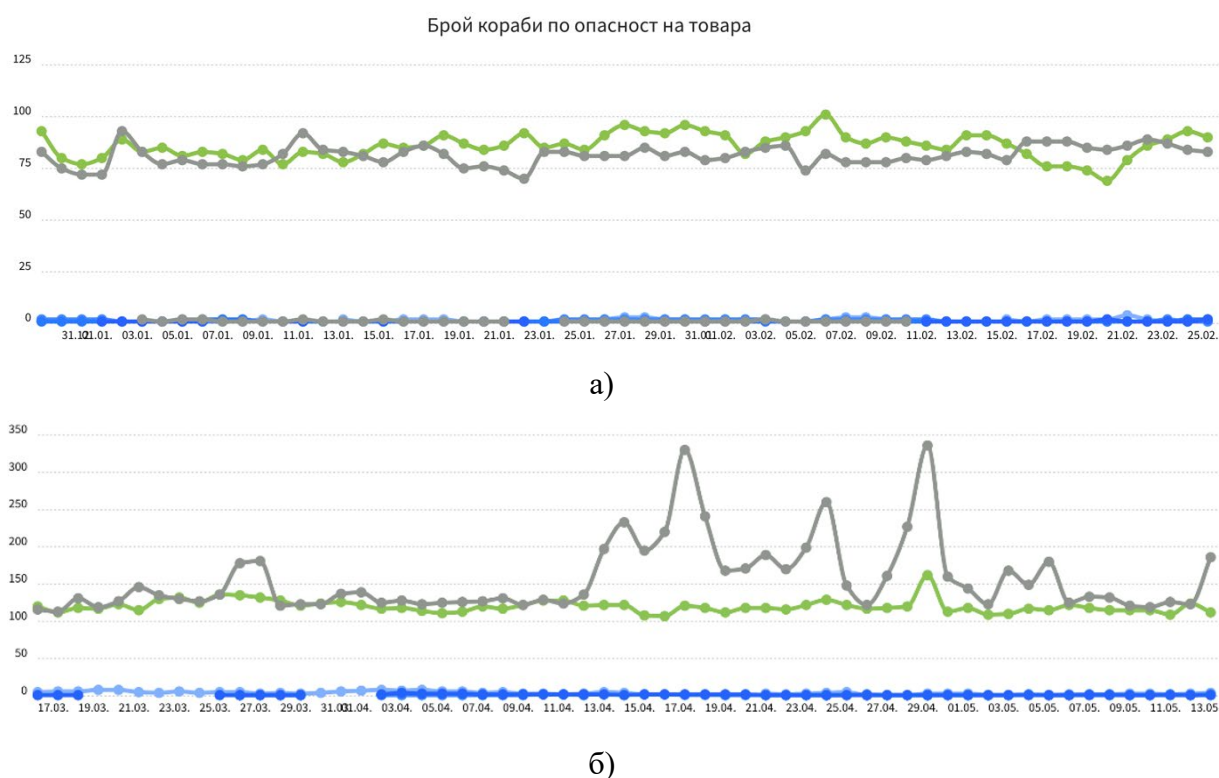
ID	2022-02-18	2022-02-19	2022-02-20	2022-02-21	2022-02-22	2022-02-23	2022-02-24	2022-02-25	2022-02-26
0 сини конуси / светлини	76	76	74	69	79	86	89	93	90
1 син конус / светлина	2	2	2	2	4	2	1	1	1
2 сини конуси / светлини	1	1	1	1	1	1	2	1	1
3 сини конуси / светлини	1	1	1	1	1	1	1	2	2
4 B-Flag	1	1	1	2	1	1	1	1	2
N/A	88	88	85	84	86	89	87	84	83

Таблица 1.б)

ID	2025-03-17	2025-03-18	2025-03-19	2025-03-20	2025-03-21	2025-03-22	2025-03-23	2025-03-24	2025-03-25
0 сини конуси / светлини	120	112	118	117	123	115	130	132	125
1 син конус / светлина	5	6	6	8	8	5	4	6	4
2 сини конуси / светлини									
3 сини конуси / светлини									
4 B-Flag	1	1	1						
N/A	116	113	131	119	127	146	135	130	127

Корабите, превозващи лесно-възпламеними вещества (1 син конус/светлина), корабите превозващи опасни за здравето вещества (2 сини конуса/светлини) и корабите превозващи взривоопасни вещества (3 сини конуса/светлини) представляват по-малко от 3% от общия трафик и през двата изследвани периода. Прави впечатление, че през изследвания 60-дневен период на 2022г. в българската част на р. Дунав са оперирали кораби, превозващи и от трите вида опасни товари, които са били разпределени сравнително равномерно, докато през 2025г. преобладават корабите, превозващи опасни товари от първия вид – лесно възпламеними вещества, вероятно горива/нефтепродукти.

На фиг.4 са показани графики, представящи броя на корабите, превозващи опасни товари в българската част на р. Дунав.



Фигура 4. Брой кораби в зависимост от наличието на опасен товар на борда за изследваните периоди през 2022г. и през 2025г. (от [7])

В зелен цвят са показани корабите, за които няма индикация за това дали превозват опасни товари или не (означени в таблицата с N/A, Not Available), а в сиво – тези, които не превозват опасни товари. Синият цвят в различни нюанси представя корабите с опасни товари на борда. Прави впечатление, че корабите, за който няма индикация за това дали превозват опасни товари или не (означени в таблицата с N/A,

Not Available) са около половината от общия брой. При това, докато през 2022г. броят на тези кораби през преобладаващата час на изследвания период е малко по-малък от броя на корабите с индикация (вж. фиг. 4а), то през 2025г. има дни, в които броят на корабите без индикация надвишава в пъти броя на останалите (вж. фиг. 4б). Според [15] липсата на индикация от какъвто и да е вид е един от факторите, който може да окаже съществено влияние върху безопасността на корабоплаването, но също и върху сигурността на бреговата инфраструктура и на процесите по опазване на околната среда от замърсявания от всякакъв вид.

4. Заключение

Системата за наблюдение на трафика на плавателни съдове по българския участък на р. Дунав (BulRIS) е съвременна и модерно-оборудвана система, предоставяща много добри условия за проследяване на плавателните съдове. Включените в системата компютърни конфигурации (сървъри) за съхранение на информацията от всички сензори предоставят възможности за достъп до историята на трафика за изминал период от 10, от 20 или от 60 дни (до 2 месеца назад). Тези възможности позволяват извършване на статистически анализи с различни цели, като оценка на интензивността на трафика през различните сезони, в условията на икономически и/или политически кризи, пандемии и др. Разследване на инциденти, нарушения на международно или национално законодателство, замърсяване на речните води и крайбрежните райони с нефтопродукти или други разрушителни субстанции и др. се улеснява значително от наличните данни за мястото и времето на произшествието. Системата позволява наблюдение на превоза на опасни товари и проследяването на съдовете, които ги превозват, през целия участък и в районите на пристанищата. С това от една страна се удовлетворяват изискванията на регламентиращите документи за проследяване на подобни превози, а от друга страна се създават условия за оценка на риска и за планиране и провеждане на превантивни дейности с цел предотвратяване на инциденти, свързани с превоза на опасни товари. Посочените по-горе възможности на системата BulRIS илюстрират нейната важна роля в осигуряване на безопасността на корабоплаването, опазването на чистотата на околната среда по българския участък на р. Дунав и на повишаване на нивото на националната сигурност по северната речна граница на Р. България.

5. Списък на използвана литература

- [1] Директива 2002/59 на ЕК за мониторинг на трафика (Directive 2002/59/EC of the European Parliament and of the Council).
- [2] IMO International Convention for the Safety of Life at Sea SOLAS, CHAPTER V Safety of Navigation, 1/7/02.
- [3] http://ris.eu/general/what_is_ris
- [4] Наредба за предоставяне на речни информационни услуги по вътрешните водни пътища на Република България, изм. и доп. ДВ. бр. 33, 08.05.2015
- [5] Наредба за организацията за осъществяване на граничен, паспортен, митнически, здравен и фитосанитарен контрол, както и контрол на транспортните средства в пристанищата на Република България, обслужващи кораби от международно плаване, Гл.4 –а –, Система за електронен документооборот на речния транспорт, ДВ Бр.12, 2017.
- [6] <http://www.bulris.bg>
- [7] <http://www.vtt.bulris.bg>
- [8] Apostolov N., Implementation of River Information Services for the Bulgarian Section of the Danube River, July 2007.
- [9] Христов В., Система за информация и контрол на корабоплаването по р. Дунав БУЛРИС, София, март 2016.
- [10] Александров Ч., Техническите средства за наблюдение в информационните системи за управление на трафика на плавателните съдове VTMISS, Варна, 2017, ISBN 978-619-7428-00-1.
- [11] ISO 31000 Risk Management – Principles and Guidelines, [online] available on: <https://pecb.com/whitepaper/iso-31000-risk-management--principles-and-guidelines>
- [12] System Risk Analysis, [online] available on: <https://itsecurity.uiowa.edu/resources/everyone/determining-risk-level>
- [13] Dimitrov N., Alexandrov Ch. and Todorov M., Cyber security analysis of maritime surveillance systems, 21st Annual General Assembly IAMU AGA 2021, Proceedings of the IAMU Conference, Egypt 2021, pp. 463–471.
- [14] Правила за плаване по р. Дунав, Постановление на МС на Р. България, 21.07.2020, изм. и доп. ДВ. бр.67, 28.07.2020.
- [15] Sotirov Sv., Alexandrov Ch., Improving AIS data reliability, IAMU 18-th AGA, Varna, 2017, pp 237-244, ISBN 987-954-8991-95-7.