

PRIMJENJIVE METODE ZAŠTITE OKOLIŠA OD POLUTANATA S POTOPLJENOG BRODA «ELHAWI STAR»

Sažetak

U ovom je članku analizirano stanje potopljenog broda MB "ELHAWI STAR" s ekološkog aspekta. Obradene su potencijalne metode zaštite okoliša od polutanata zarobljenih u tankovima i prostorima potopljenog broda. Metode intervencije svedene su na dvije tipične: a) Metode intervencije na potopljenom brodu, i b) Metoda vađenja potopljenog broda. Iako je obrađeno nekoliko potencijalnih metoda sprječavanja zagađenja konačno se predlaže usvajanje metode prikupljanja polutanata primjenom posebno izrađenih posuda koje bi se smjestilo na lijevi bok potopljenog broda u širem području strojarne po duljini. Polutanti koji istječu iz potopljenog broda kontinuirano bi se prikupljali u najvišem potopljenom spremniku iz kojeg bi se posebnim cjevovodom pretakao na tank smješten u površinskoj plutači. Iako je razmatrana i mogućnost vađenja potopljenog broda ista se ne preporuča jer bi bila vrlo skupa.

Ključne riječi: MB "ELHAWI STAR"; polutant, potopljeni brod, zagađenje, ekologija

SUNKEN VESSEL «ELHAWI STAR» - APPLICABLE ENVIRONMENTAL PROTECTION METHODS

Summary

In this paper ecology condition of the sunken vessel MB "ELHAWI STAR" was analysed. Potential ecology intervention methods against pollutant blocked in sunken vessel tanks and spaces was described. Covered methods have been located to the two typical methods: a) Intervention methods on the sunken vessel, and b) Sunken vessel Lifting-up method. Although several ecology protection methods have been described and discussed, an implementation of a specially prepared additional open chambers, placed on the left sunken vessel side along the machinery space, have been suggested. Pollutants that come from the sunken vessel tanks and spaces will be continuously collected within upper's open chamber. From the open chamber pollutants will be collected through small piping in to the surface buoy pollutants tank. Although sunken vessel surfacing possibility was under consideration that solution is not suggested because it will be very expensive.

Key words: MB "ELHAWI STAR"; polutant, sunken vessel, pollution, ecology

1. Uvod

MB "ELHAWI STAR" potopljen je u riječkom zaljevu prije skoro dvadeset i dvije godine (15.12.1982.). Brod je potopljen na dubini do 50 m.

Brod je prema mjerodavnim izjavama bio s gotovo 100 % zaliha goriva i maziva prije isplovljenja iz riječke luke. Iz broda je tijekom potapanja i dijelom nakon samog potapanja istekla relativno velika količina polutanata, prema kazivanju očevidaca i ronilaca.

Osnovni razlog potapanja broda je gubitak stabiliteta, prvenstveno zbog pomaka tereta pločica u skladištima broda.

Kako je od potapanja, a i od pokretanja istražnog postupka, proteklo preko dvadeset godina do dokumentacije korištene u postupku je nemoguće doći zbog zastare.

Kako je brod više puta mijenja ime i državu pripadnosti nije se moglo doći do podataka o mjestu gradnje i brodogradilištu.

Iz broda nakon kraćeg vremena istjecanja polutanata nakon potapanja do sredine 2003. godine nije zamijećeno zagađivanje okoline u području potopljenog broda.

Krajem 2003. godine izvršena su kontrolna ronjenja i podvodna snimanja te na osnovu rezultata istih izvršena parcijalna intervencija na uočenim mjestima istjecanja polutanata.

Kako se i nakon parcijalne intervencije uočilo daljnje istjecanje polutanata odlučilo se za izradu stručnog elaborata sanacije.

Na temelju prikupljenih materijala o snimanju podvodnog stanja broda MB "ELHAWI STAR" te razgovora obavljenih sa mjerodavnim institucijama i osobama okupljenim u okviru Stožera, formiranog na nivou Županije primorsko-goranske, pristupilo se izradi stručne analize i prijedloga za sanaciju. Odnosno sprječavanje daljnog istjecanja polutantnih fluida u more.

Primjena podvodnog ekološkog uređaja ([1] - [9]) nije se detaljnije analizirala zbog relativno male količine zarobljenih polutanata, disperziranog smještaja polutanata u tankovima i prostorima strojarnice te cijene intervencije,

2. Postojeće stanje broda MB "ELHAWI STAR"

2.1. Razmještaj tankova/prostora na brodu

Tankovi goriva (teškog, lakog) i maziva mogu se nalaziti u:

- a) Strojarnici;
- b) Dvodnu strojarnice i dvodnu izvan strojarnice;
- c) Ostalim prostorima.

2.2. Stanje na konkretnom brodu

Kako se ne raspolaže s tehničkom dokumentacijom MB "ELHAWI STAR" nema niti približno pouzdanih podataka o rasporedu tankova goriva i maziva. Podaci o preostalim polutantima zarobljenim u tankovima i «džepovima» potopljenog broda su potpuno nepouzdana.

2.3. Opće stanje MB "ELHAWI STAR"

- a) U cjelini gledano trup broda je praktički neoštećen;
- b) Iz potopljenog broda nekontrolirano, u području strojarnice, istječe mješavina goriva i mazivog ulja;

Nakon uočenog istjecanja polutantnog fluida iz MB "ELHAWI STAR" izvršena je intervencija: odrezan je pramčani odzračni ventil (koji se nalazio na palubi lijevog boka broda, a iz kojeg je vidljivo istjecao polutant(i) i začepljena je odzračna cijev. Sanacija je evidentirana na skici AQUASUB-a od 04.12.2003. godine;

Polutant i dalje istječe iz, pretpostavlja se, više mjesta;

Pristup ostalim odzračnicima i «lulama» na lijevom boku je otežan i opasan;

Pristup odzračnicima i «lulama» na desnom boku gotovo je nemoguć (nalaze se u mulju).

3. Prijedlozi sanacije

3.1. Uvodni dio

Temeljeno na relevantnim činjenicama te istraživanju metoda potencijalne intervencije sanacije istjecanja odnosno sprječavanja posljedica istjecanja utvrđeno je slijedeće:

Potencijalne mogućnosti intervencije:

METODA 1

Nastavak rezanja odzračnika i začepljivanja odzračnih cijevi i «lula»;

METODA 2

Stvaranje preduvjeta za kontrolirano prikupljanje polutanata u prostorima potopljenog broda te njihovog kontroliranog vađenja na površinu mora (površinski brod, plutaču-tank);

METODA 3

Prikupljanje polutanata primjenom sustava za podvodno prikupljanje polutantnih fluida – PODVODNIH SKUPLJAČA POLUTANATA. Ovdje se radi o posebno pripremljenim sredstvima odgovarajuće opremljenim i povezanim koja bi se postavilo iznad područja istjecanja polutanata te ista na odgovarajući način «vezalo» za potopljeni brod. Na taj bi se način kontrolirano sakupljalo polutant(e) u PODVODNE SAKUPLJAČE POLUTANATA te trajno ili povremeno iste cjevovodom dovodilo na površinu mora (površinski brod, plutaču-tank);

METODA 4

Vađenje potopljenog broda;

METODA 5

Kombinirana metoda intervencije.

3.2. Opis potencijalnih METODA sanacije

3.2.1 Sanacija primjenom METODE 1 – Nastavak rezanja odzračnika i začepljivanja odzračnih cijevi i «lula»

Ovom se metodom može pristupiti sukcesivnom začepljivanju ostalih nezačepljenih odzračnika i «lula». Međutim, treba voditi računa o vrlo skućenim prostorima, posebice oko pojedinih odzračnika i «lula» na lijevom boku broda.

Na desnom boku su odzračnici i «lule» u mulju i najvjerojatnije su svi polutantni fluidi do gornjih bridova svijetlih otvora na izlasku iz tanka već iscurili.

Mana ove metode je u tome što se istom ne rješava odzračnike i lule na desnom boku broda (onom u mulju) ili bi primjena ove metode i na desnom boku bila enormno skupa.

Ukoliko bi se odlučilo za ovu metodu svakako bi se u sklopu začepljivanja odzračnika i «lula» na mjestima začepljivanja trebalo ostaviti kontrolne ventile koje bi se spojilo u zajednički vod za kontrolirano skupljanje i odvođenje do centralnog ventila odnosno površinu.

3.2.2 Sanacija primjenom METODE 2 - Prikupljanje polutanata u prostorima(u) potopljenog broda

Svestranom analizom stanja potopljenog broda, tankova goriva i maziva na brodu, opreme tankova, cjevovoda i armature cjevovoda goriva i maziva, odzračnika i «lula», brojnosti tankova, i dr. Utvrđuje se da bi ova metoda bila vrlo opasna i iznimno skupa.

U traženju sigurnijeg i jeftinijeg rješenja došlo se do nove metode opisane u 3.2.3. Primjenom metode 3.2.3 - primjena PODVODNIH SKUPLJAČA POLUTANATA izbjegavaju se problemi uočeni kroz analizu primjene metode 3.2.2.

3.2.3 Sanacija primjenom METODE 3 – Primjena PODVODNOG SKUPLJAČA POLUTANATA

PODVODNI SKUPLJAČ POLUTANATA (Prilog - Skica 1a i 1b) predstavlja skupina «prevrnutih» otvorenih čeličnih spremnika - kada, jednostavne konstrukcije, međusobno čvrsto vezanih, čvrsto vezanih za trup na lijevom boku potopljenog broda a u području strojarnice i opremljenih ventilima i spojnim cjevovodom.

a) Dimenzije kade:

Duljina: 4000 mm

Širina: 2500 mm

Visina: 200 mm

Masa: 250 - 300 kg (ovisno o konačnom izboru rubnih profila)

Materijal: brodograđevni čelik (može i konstrukcijski)

b) Učvršćivanje:

- Kada međusobno

Kroz rubne cijevi koje su nepropusno zavarene na kadama i odgovarajuće ukrućene.

- Sustava od 7 kada za brod

Kroz centralne cijevi na kadama time da se na linici s unutarnje strane postave šipke-nosači.

c) Skupljanje polutanata:

Na svim trakama za učvršćenje lima kada na rubovima ostaviti proreze (skelope) za nesmetano protjecanje polutanata u više dijelove kada po širini i duljini.

Na pramčanim vertikalnim poprečnim limovima ostaviti skelope za isplivavanje polutanata u gornje kade, osim na najpramčanijoj kadi.

Centralno skupljanje polutanata prikupljenih u kadama riješiti na način da su sve gornje kade povezane cjevovodom koji povezuje uzvišene rubove gornjih kada. Na desnom boku najpramčanije gornje kade postaviti dva ventila i brzovezujuću spojnicu.

Na gornjim kadama (3 komada), na pramčanim stranama desnog boka postaviti drenažne ventile s sigurnosnih razloga (za slučaj eventualnog oštećenja spojnog kolektorskog cjevovoda i/ili kade(a)).

d) Odvođenje polutanata na površinu:

Odvođenje polutanata na površinu obavljalo bi se tako da se sa površine mora spusti cjevovod manjeg promjera na čijem bi kraju bila brzo vezujuća spojnica za spoj na spojnicu(e) kolektorskog cjevovoda PODVODNOG SKUPLJAČA POLUTANATA. Otvaranjem ventila polutantni fluid bi se pretakao na površinu.

Varijanta pretakanja A)

Cjevovod za pretakanje polutanata iz potopljenog broda (PODVODNIH SKUPLJAČA POLUTANATA) na površinu (PLUTAČU - TANK) ne bi se odvajao od potopljenog broda niti od površinske plutače – tanka.

Primjenom ove varijante postoji opasnost od neželjenog oštećenja cjevovoda za pretakanje. Međutim kako se, primjenom ove varijante pretakanja, polutantne fluide kontinuirano pretače iz PODVODNOG SKUPLJAČA POLUTANATA u slučaju oštećenja cjevovoda do trenutka sanacije stanja u more bi iscurila samo neznatna količina polutanata.

Varijanta pretakanja B)

Cjevovod za pretakanje polutanata iz potopljenog broda (PODVODNIH SKUPLJAČA POLUTANATA) na površinu (PLUTAČU - TANK) odvajao bi se od potopljenog broda i površinske plutače – tanka po završetku pretakanja.

Po završetku postupka zatvorilo bi se ventile, odspojilo privremeno spuštenu cijev i istu podiglo na površinu. Ovakav način pretakanja polutantnih fluida od PODVODNOG SKUPLJAČA POLUTANATA do površine izabran je isključivo ekoloških razloga. Na ovaj se način izbjegava eventualno oštećenje cjevovoda polutantnih fluida koji bi u tom slučaju predstavljao elastično-fiksnu vezu između PODVODNOG SKUPLJAČA POLUTANATA i površinskog sredstva za sakupljanje polutanata.

3.2.4 Sanacija primjenom METODE 4 – Vađenje broda

Vađenje broda MB "ELHAWI STAR" predstavlja vrlo zahtjevan i nadasve ozbiljan tehnički problem iz sljedećih razloga:

- a) Dubina mora na mjestu potonuća, 43 m;
- b) Položaj potopljenog broda:
 - brod je nagnut gotovo 90 stupnjeva na desni bok,
 - brod je gotovo po cijelom desnom boku zakopan u mulj,
 - brod je pun tereta u skladištima (keramičke pločice),
 - keramičke pločice su pomaknute, pretežito, na desni bok broda,
 - nedostupnost bilo kakve tehničke dokumentacije broda;
- c) Nedostatak iskustva o vađenju većih brodova i sa većih dubina;

- d) "Obraštenost" broda mrežama;
- e) Tereta rezane jelove građe na palubi nema (bilo je ukrcano 781 t na zraku)
- f) Postojeći uzgon (trup, nadgrađa, teret, zarobljeni zrak,...) može se samo grubo procijeniti;

g) Težinu broda i tereta može se samo grubo procijeniti.

Procjena potrebnog dodatnog uzgona odnosno sile dizanja

- uzgon trupa i nadgrađa, strojeva, uređaja i opreme, uz procjenu mase praznog opremljenog broda od 2200 t, iznosi 275 t;

- uzgon tereta (keramičke pločice), uz masu pločica od deklariranih 3631 t i uz predpostavljenu gustoću pločica od $2,6 \text{ t/m}^3$, iznosi 1396 t

Ukupno procijenjeni "uzgon": $275 \text{ t} + 1396 \text{ t} = \underline{1671 \text{ t}}$

Ukupna procijenjena masa broda s teretom u skladištima: 5829 t

Ukupni NIZGON: $5829 \text{ t} - 1671 \text{ t} = \underline{4158 \text{ t}}$

Moguće metode vađenja:

- a) METODA 1 - Klasična uz primjenu uzgonskih cilindara
- b) METODA 2 - Bez ili uz samo djelomično korištenje uzgonskih cilindara.

METODA 1

Primjena ove je metode je vrlo upitna iz sljedećih razloga:

- a) Potreban veliki volumen uzgonskih cilindara, cca 5000 t;
- b) Potrebna enormna količina normnih metara kubičnih zraka potrebnih za isusivanje uzgonskih cilindara;
- c) Skupi podvodni radovi vezivanja cilindara;
- d) Nabavka, najam cilindara?

METODA 2

Tehnički koncept ove metode temelji se na sljedećem:

- a) Potopljeni bi se brod opasao sa četiri čelična užeta;
- b) Primijenilo bi se sustav dizanja uz podršku površinskog broda:
 - četiri vitla svaki potezne sile od 12000 kN (1200 t);
 - četiri čelična balansira na svakom od njih s gornje strane bila bi po jedna uška za spajanje čeličnog užeta koji je vezan za vitlo na površinskom brodu, a donje strane po dvije uške za potrebe vezivanja za potopljeni brod (potpasi);
- c) Osiguranje tlaka ispod desnog boka broda omogućilo bi se podvodnim propuhivanjem.

Odluku o eventualnom vađenju broda donijeti nakon izrade grubog troškovnika vađenja.

3.2.5 Sanacija primjenom METODE 5

Temelji se zapravo na metodi primjene površinskog broda uz dodatnu primjenu uzgonskih cilindara.

4. Zaključak

U ovom je radu izvršena detaljna analiza stanja potopljenog broda MB "ELHAWI STAR" temeljena na svim dostupnim relevantnim dokumentima te na video zapisu snimljenog stanja.

Zbog nedostatka dokumentacije o potopljenom brodu analiza je napravljena na temelju podataka o sličnim brodovima građenim u vrijeme gradnje MB "ELHAWI STAR".

Količina zarobljenih polutanata u tankovima i prostorima potopljenog broda je nepoznata i može se samo pretpostaviti na temelju izjava osoba iz Lučke kapetanije Rijeka i ronilačkih organizacija koje su do sada sudjelovale u podvodnom snimanju stanja potopljenog broda.

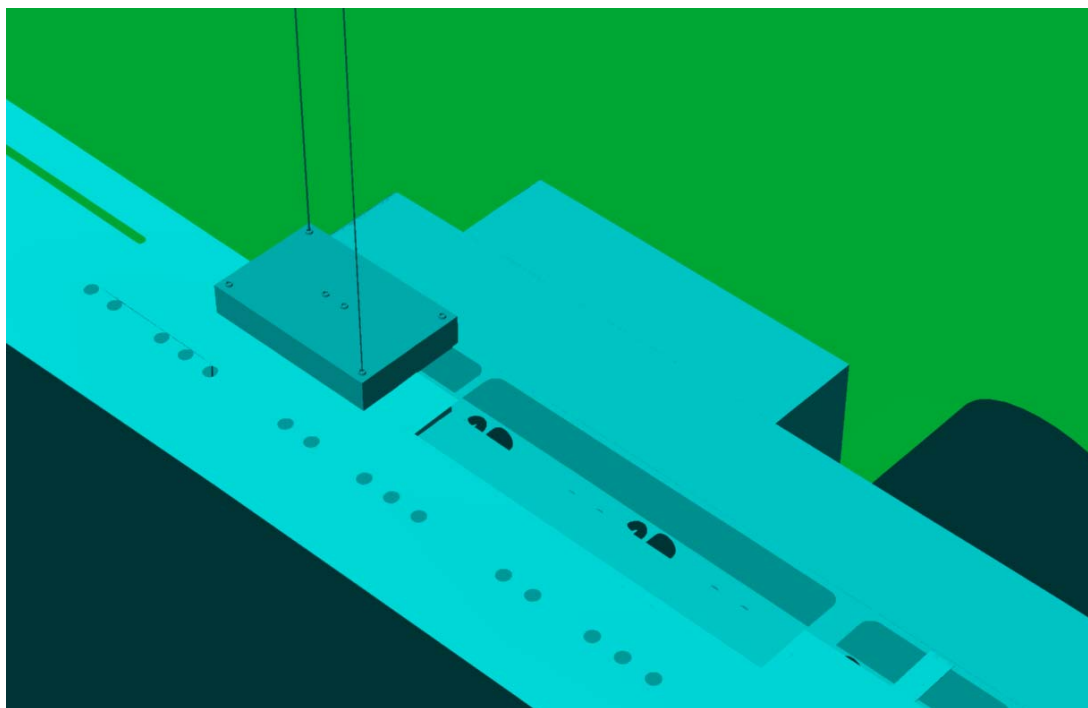
Bez obzira na preostalu količinu preostalih zarobljenih polutanata i intenzitet istjecanja istih iz potopljenog broda predložena varijanta sanacije stanja primjenom podvodnih skupljača polutanata bi trebala biti optimalno rješenje iz slijedećih razloga:

- relativno niske cijene intervencije,
- jednostavnog tehničkog rješenja,
- pretpostavke da će polutanti i dalje istjecati isključivo u području strojarnice.

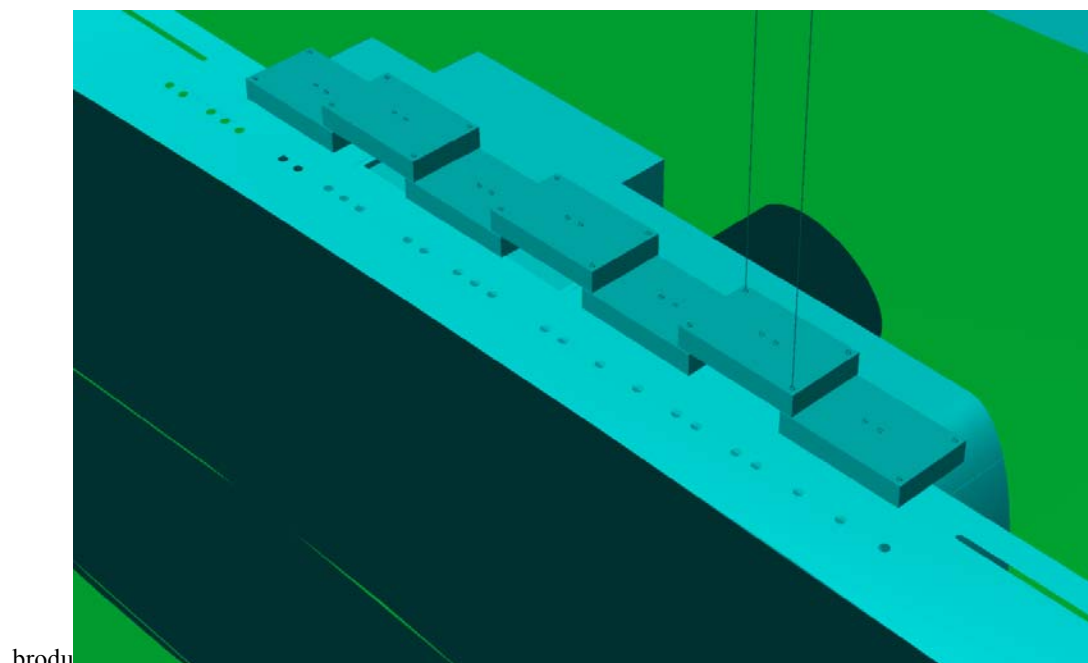
Varijanta vađenja potopljenog broda MB "ELHAWI STAR" nije detaljnije analizirana iz osnovnog razloga visoke cijene intervencije i problema sa zbrinjavanjem podrtine.

LITERATURA

- [1] B. Čalić, Extracting of Pollutant Liquids from Sunken Vessel Tanks. "La Mediterranee et la politique de L Est de L Europe"/ Vieme Assemblede L ASCAME, 1990. – Barcelona: camare oficial de comercio, industria y navegacion, 1990. – 19 str.
- [2] B. Čalić, Metode crpljenja polutantnih fluida iz tanka potopljenog broda, Savez društava za proučavanje i unapređenje pomorstva. Rijeka: Pomorski zbornik, 28(1990)1, pp 321-335. (Prethodno priopćenje).
- [3] B. Čalić, Prikupljanje polutantnih fluida iz potonulih brodova. Zbornik radova / Savjetovanje – Spašavanje brodova i sprečavanje zagađivanja Jadranskog mora, Split, 1990. Društvo za proučavanje i unapređenje pomorstva, Brodospas, 1990. – Sv. 1. str. 179 – 197. (Stručni rad).
- [4] B. Čalić, Proračun potrebne snage za pretakanje polutantnog fluida iz potopljenog spremnika, Savez društva za proučavanje i unapređenje pomorstva. Rijeka: Pomorski zbornik, 30(1992)1, pp 435-452. (Izvorni znanstveni rad).
- [5] B. Čalić, Prilog metodama rješavanja ekologije voda primjenom specijalnih autonomnih sustava za odstranjivanje polutantnih fluida iz potopljenih spremnika, Tehnički fakultet, Rijeka, 1994., 122 str., doktorski rad.
- [6] B. Čalić, Implementation Possibilities of "AntiPollutant" Software in Long Solar Pipings/Chanals, Proc., Int. Congress, Energy and Environment, Vol. I, Opatija, 1998.
- [7] Bruno Čalić, 11. ožujka 1988., 6 str. +4 nacrti, YU, P-498/88; Uređaj za bušenje oplata tankova pod morem.
- [8] Bruno Čalić, 1998., HR, 30 str. + 28 nacrti, P-960160A; Prostorna spojnica.
- [9] Projekt razvojnog prototipnog uređaja – Podvodni ekološki uređaj, a na temelju vlastitog izuma

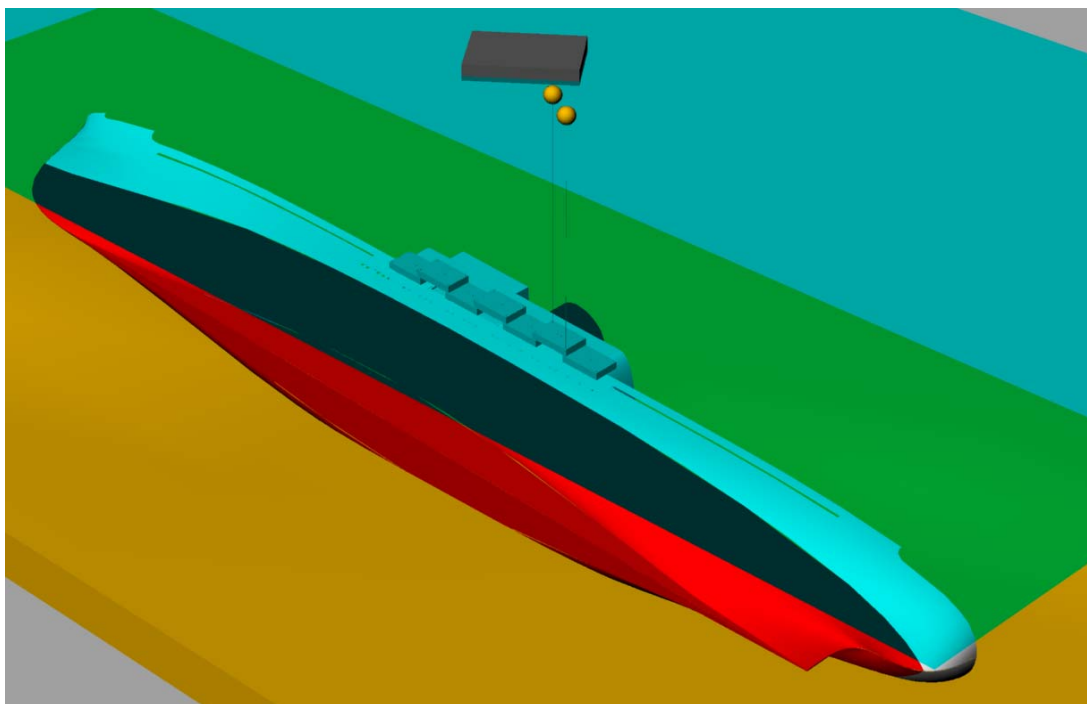


Slika 1a Podvodni skupljač polutanata – početak montaže na potopljenom

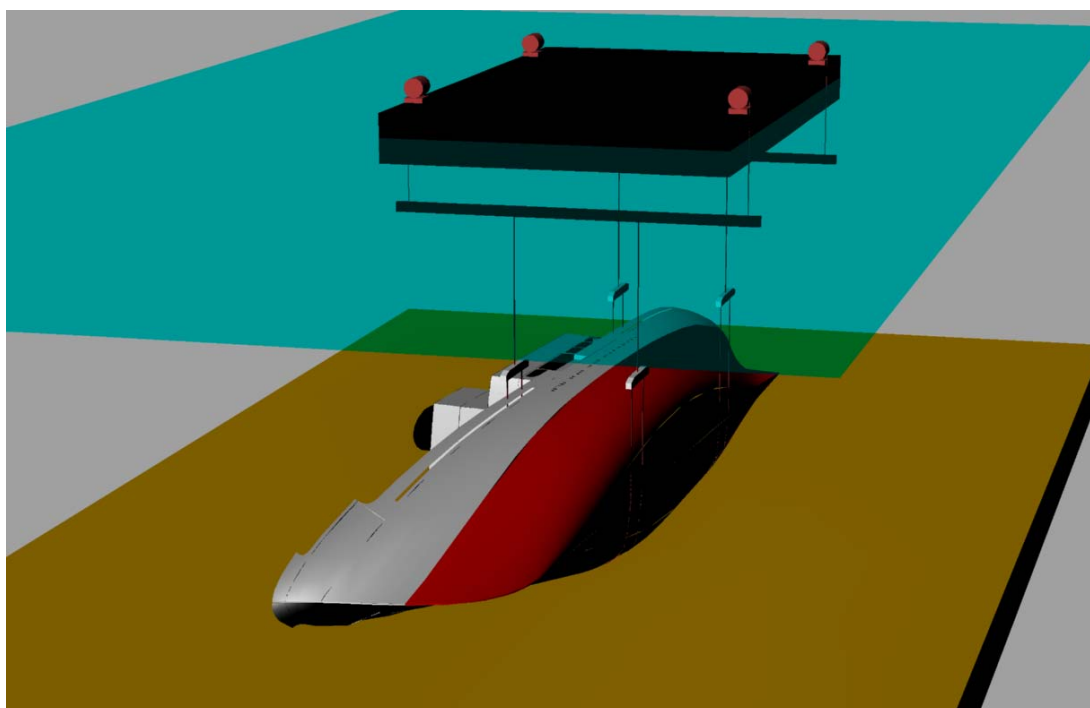


brodu

Slika 1b Podvodni skupljač polutanata – završna faza montaže na potopljenom brodu



Slika 1c Elhawi Star s montiranim sakupljačima polutanata



Slika 2 Elhawi Star – skica metode vadenja broda