

Baltijas jūras kuģu pretapauguma krāsās izmantotā vara(I) oksīda izmantošanas samazināšana

Šis ir aizvietošanas piemērs, kas sagatavots, ņemot vērā publiski pieejamo informāciju par aizvietošanas gadījumiem, vielu bīstamību, bīstamās vielas alternatīvām un normatīvu prasībām. Piemērs ir informatīvs un neaptver visas aizvietošanas iespējas.

1. Apraksts

Pretapauguma sistēmas ir izmantotas jau no seniem laikiem, lai: 1) novērstu jūras organismu pielipšanu kuģu korpusu virsmai; 2) samazinātu berzi un tādējādi arī degvielas patēriņu un, 3) iespējams, pat novērstu kuģa bojājumus. Minētās sistēmas ietver, piemēram, svina un vara lokšņu izmantošanu, pārklāšanu ar piķi vai vielām, kas satur arsēna vai sēra savienojumus [1]. Mūsdienīgākās iespējas ietver alvas organisko savienojumu, vara(I) oksīdu (turpmāk – vara oksīds), cinka piritiona un organisko biocīdu izmantošanu. Vara savienojumu izmantošanai ir ilga lietošanas vēsture, un pat mūsdienās vara oksīds ir visbiežāk izmantotais biocīds pretapaugšanas krāsās, taču tas negatīvi ietekmē vidi. Lai gan pastāv alternatīvas tehnoloģijas, tomēr tās vēl nav tik plaši izplatītas.

1.1. Kaitīgās īpašības

Vara oksīds (CAS numurs 1317-38-0; EC numurs 215-269-1) ir ļoti toksisks ūdens organismiem ar ilglaicīgām sekām. To klasificē ar šādām riska frāzēm:

- H410 (Ļoti toksisks ūdens organismiem)
- H410 (Ļoti toksisks ūdens organismiem ar ilglaicīgām sekām)



1.2. Vara ietekme uz jūras organismiem

Pētījumi liecina, ka izšķīdušais varš var ietekmēt ne tikai mērķa, bet arī vairākas citas jūras sugas, pārtraucot fermentatīvo aktivitāti un palielinot organismu mirstību [2]. Visvairāk bioloģiski pieejamie ir vara joni Cu^{2+} un Cu^+ , bet mazāk - metāliskais varš. Parasti vara koncentrācija piekrastes un grīvas ūdenī nepārsniedz 5 $\mu\text{g/L}$. Tomēr ļoti bieži varš, kas ir saistīts ar izšķīdušo organisko oglekli, netiek ņemts vērā, un ir zināms, ka koncentrācija sedimentos, kur tas uzkrājas, ir augstāka nekā vertikālajā ūdens slānī. Daži ūdens organismi ir īpaši jutīgi pret varu, savukārt zivju sugas ir noturīgākas pret šāda veida piesārņojumu [3]. Vara koncentrācija Baltijas jūrā pēdējā laikā ir palielinājusies [4].

1.3. Veco krāsu utilizēšana

Vietās, kur tiek remontēti kuģi, veidojas liels daudzums pretapaugšanas krāsu daļiņu. Dažās valstīs atkritumi, kas rodas no kuģu tehniskās apkopes, tiek savākti un atbilstoši apsaimniekoti, savukārt citās apsaimniekošana netiek īstenota un arī regulēta. Atpūtas laivu nozare tiek kontrolēta daudz mazāk, tādējādi tā rada ievērojamu daudzumu pretapaugšanas krāsu daļiņu. Varu, cinku un pat alvu saturošas pretapaugšanas krāsu daļiņas ir atrodamas gan piekrastē, gan piesārņo jūras gultni, līdzinoties jūras sedimentiem: tās uzņem filtrējošie organismi, un laika gaitā tās jūras vidē izdala toksiskus smagos metālus [5].

1.4. Situācijas Baltijas jūras reģionā

1.4.1. Apaugums un pretapaugšanas pārklājumu izmantošana

Zināms, ka Baltijas jūras pieastānēs atrodas aptuveni 3 miljoni atpūtas laivu. Zviedrijā apmēram 80% atpūtas laivu pretapaugšanas krāsa satur varu vai cinku. Turklāt ap 30% laivu izmanto pretapaugšanas krāsas, kas satur nevajadzīgi lielu vara biocīdu daudzumu. Baltijas jūra ir iesāļa, tādēļ apaugums veidošanās intensitāte ir daudz zemāka nekā "parastajās" jūrās. Daudziem laivu lietotājiem joprojām ir alvas organisko savienojumu saturošs pretapauguma pārklājums zem virsējās krāsas slāņa, un laivu apkopes laikā šī krāsa var tikt nevērīgi noskrāpēta uz zemes un piesārņot augsni un ūdenstilpes. Zviedrijā nesen veikts pētījums parādīja, ka 80% lietotāju noņemto krāsu vienkārši atstāj uz zemes. [6]

1.5. Normatīvu prasības

1.5.1. ES likumdošana

Pretapauguma biocīdu licencēšanu lielā mērā var iedalīt divās daļās: pretapaugšanas pārklājumos izmantoto aktīvo vielu licencēšanā un paša pretapaugšanas biocīda licencēšanā. Biocīdu aktīvo vielu izmantošanu regulē regula par biocīdu piedāvāšanu tirgū un lietošanu. Savukārt vielas, kas tiek lietotas arī citos produktos, jāreģistrē saskaņā ar REACH regulu. Tomēr, pretapauguma produkti ir viena no produktu grupām, kam nav piešķirta kopējā ES licence, tādējādi dodot iespēju šo jomu regulēt nacionālā līmenī, pielāgojoties vietējiem apstākļiem. Dažas vielas, ko izmanto pretapauguma krāsās, Eiropas Savienībā atzītas par prioritārajām vielām, savukārt citām vielām, piemēram, varam standarti jāieviešas pašām dalībvalstīm.

1.5.2. Valstu normatīvās prasības

Dažās valstīs ir ierobežota vara izmantošana pretapaugšanas krāsās, kuras izmanto Baltijas jūrā kuģojošiem peldlīdzekļiem. Zviedrijas atbildīgās iestādes 2000. gadu sākumā piemēroja piesardzības principu un noteica ierobežojumus vara saturošu pretapaugšanas krāsu izmantošanai atpūtas laivām. Tomēr šie ierobežojumi tika atcelti, un tagad Zviedrijas ķīmisko vielu aģentūra licencē pretapaugšanas līdzekļus[8].

Dānijā noteiktas prasības ir arī atpūtas laivām, lai ierobežotu vara izdalīšanos jūras ūdenī. Varš nedrīkst izdalīties vairāk nekā 200 mikrogramu Cu/cm² pēc pirmajām 14 dienām un 350 mikrogramu Cu/cm² pēc pirmajām 30 dienām. Tāpat ir aizliegts izmantot pretapaugšanas krāsas atpūtas laivām, kas pārsvarā pārvietojas saldūdenī [9].

2009. gadā Nīderlandes valdība ierosināja aizliegt varu saturošu pretapaugšanas krāsu izmantošanu atpūtas laivām, bet ierosinājums netika atbalstīts. ES Veselības un vides apdraudējumu zinātniskā komiteja secināja, ka aizliegums nav pietiekami pamatots.

Lieliem kuģiem šāda veida ierobežojumus nepiemēro, un nav arī plānoti vara izmantošanas aizliegumi starptautiskā līmenī.

2. Aizvietošanas process

2.1. Aizvietošanas motivācija

Mērķis ir aizstāt cinka un vara oksīdus saturošu aizsargkrāsu, kas rada risku ūdens videi, kā arī citas sastāvdaļas, kuras apdraud cilvēka veselību, ar videi draudzīgāku risinājumu.

LIFE / FIT FOR REACH

Aizsargpārklājumam jābūt piemērotam arī lieliem kuģiem, jo uzņēmums izmanto kuģi ar zemūdens virsmas laukumu apmēram 800m². Tomēr izpēte būs noderīga arī atpūtas laivu īpašniekiem.

2.2. Alternatīvie identifikācija

Tabulā apkopotas pieejamās un izpētītās videi draudzīgākās pretapaugšanas tehnoloģiju alternatīvas.

Tehnoloģijas veids	Darbības veids	Ķīmiskais sastāvs	Pieejamība
Ablatīvs pārklājums (pašlaik izmantotais)	Lēna un nepārtraukta biocīda izdalīšanās	Pārsvarā veidota uz vara vai cinka bāzes	Jā
Zemu emisiju pretapaugšanas pārklājums	Lēna un nepārtraukta biocīda izdalīšanās	Satur alternatīvus efektīvākus biocīdus, piemēram, medetomidīnu	Jā
Pretpielipšanas	Zema virsmas enerģija, apaugums viegli atdalās, piemēram, lielā ātrumā vai arī ir viegli notīrāms	Balstīta uz silikona, fluoropolimēra vai hibrīda polimēra bāzes	Jā
Fermentu bāzes līdzekļi	Fermenti, kas imobilizēti aerogelā. Fermenti neļauj jūras organismiem piestiprināties virsmai.	Fermenti (enzīmi)	Nē
Nano-pārklājumi, bez biocīdiem	Nepievilcīga virsma organismiem, kas veido apaugumu		Nē
Biomimētiskie pārklājumi	Balstīta uz biotehnoloģijām. Nepievilcīga virsma organismiem, kas veido apaugumu		Nē

2.3. Alternatīvās sistēmas

Lai gan šīs sistēmas īsti nav piemērojamas lieliem kuģiem, tās varētu palīdzēt atpūtas laivu, lai izvairītos no pretapaugšanas krāsu izmantošanas. Pieejamie risinājumi:

- Laivas izvilkšana krastā un laivu turēšana gaisā, kad tās netiek izmantotas.
- Laivu korpusa skrubēšana, kad tas atrodas krastā (bet nepielietojot slīpēšanu).
- Laivu korpusa pārvilkšana ar aizsargmateriālu, lai korpusu pasargātu no gaismas un novērstu apauguma veidošanos.
- Mehāniskās metodes - laivu birstes. Laivu virza caur rotējošām birstēm, un apaugumu veidojošie organismi tiek noberzti nost.

Jāuzsver, ka laivu atjaunošanas laikā notīrītā vecā krāsa ir jāsavāc un atbilstoši jāutilizē, novēršot tās nokļūšanu vidē. Tāpat ir svarīgi neizmantot slīpēšanu.

2.4. Izvēlētās alternatīvas un pamatojums

	Tehnoloģija	Darbības veids	Bīstamās vielas	Pieejamība
1.	Pašlaik izmantotais produkts	Ablatīvs pārklājums	Vara un cinka oksīdi, ligroīna šķīdinātājs (H340, H350)	
2.	Pretapaugšanas līdzeklis uz silikona bāzes	Hidrogēla mikroslānis novērš organismu pielipšanu un tam piemīt pašattīrīšanās īpašības.	Nesatur biocīdus, tomēr satur dibutilalvas dilaurātu (H400, H410, H360)	Jā

LIFE / FIT FOR REACH

3.	Zemu emisiju daļēji ciets pretapaugšanas pārklājums	Abamektīna bāzes (0,1% koncentrācija) līdzeklis. Neizdalās ūdenī (teorētiski).	Ksilols, cinka oksīds (H400, H410), cinka piritions (H400), abamektīns (H400, H410)	Iespējams, būs pieejams tuvākajā nākotnē
4.	Fermentu bāzes līdzekļi	Fermenti, kas imobilizēti aerogelā. Fermenti neļauj jūras organismiem piestiprināties virsmai.	Fermenti, sadalīšanās 10-12 dienu laikā ūdens vidē	Iespējams, būs pieejami tuvākajā nākotnē
5.	Polisiloksāna/fluorpolimēra tehnoloģija	Pārklājuma valence mainās ūdens klātbūtnē. Zema virsmas enerģija un zema berze. Vielas no pārklājuma neizskalojas. Pašattīrīšanās spēja.	Poliamīda sveķi (iespējams, H411)	Jā
6.	Modificēts siloksāns kopā ar epoksīda sveķiem	Modificēts siloksāns nodrošina slidena pārklājuma izveidošanos uz virsmas, kas kavē apaugšanu ar jūras organismiem	-	Jā

2.5. Alternatīvu izvēle un to pamatojums

Tika izvēlētas divas iespējamās alternatīvas, kurām saskaņā ar produkta aprakstu ir ilgs kalpošanas laiks. Turklāt, tās izmantojot, tiek nodrošināta samazināta berze un degvielas ietaupījums, nenotiek biocīdu izdalīšanās, un tiem ir ļoti maz vai nav vispār bīstamu sastāvdaļu. Abi produkti teorētiski nodrošina vismaz 10% degvielas ietaupījumu, un tiem ir ilgāks kalpošanas laiks. Alternatīva Nr.5 saskaņā ar ražotāja sniegto informāciju varētu kalpot 10 vai pat 15 gadus, kas ir 2-3 reizes vairāk par parasto pretapaugšanas pārklājumu uz vara bāzes. Ražotājs ir sniedzis informāciju par faktiskajiem šīs krāsas pielietošanas gadījumiem, kas apliecina tā ilgo kalpošanas laiku. Pēc sākotnējā ekonomiskā novērtējuma tika nolemts izvēlēties alternatīvu Nr.5. Kaut arī tā ir daudz dārgāka nekā uz vara oksīda balstītā sistēma, tomēr degvielas ietaupījums 10 (vai pat 15) gadu laikā padara to ekonomiski izdevīgu. Arī alternatīva Nr.6 no vides viedokļa ir izvērtējama, bet tā nav tik ekonomiski izdevīga.

2.6. Ieviešana

Aizvietošana vēl nav uzsākta.

3. Atsauces

- [1]- <https://darchive.mblwhoilibrary.org/bitstream/handle/1912/191/chapter%2011.pdf?sequence=20>
- [2] - Katranitsas, A., J. Castritsi-Catharios, and G. Persoone. "The effects of a copper-based antifouling paint on mortality and enzymatic activity of a non-target marine organism." *Marine Pollution Bulletin* 46.11 (2003): 1491-1494.
- [3] - Thomas, K. V., and S. Brooks. "The environmental fate and effects of antifouling paint biocides." *Biofouling* 26.1 (2010): 73-88.
- [4] - Hazardous substances in the Baltic Sea – An integrated thematic assessment of hazardous substances in the Baltic Sea; Balt. Sea Environ. Proc. No. 120B; HELCOM (2010), p. 69
- [5]- Turner, Andrew. "Marine pollution from antifouling paint particles." *Marine Pollution Bulletin* 60.2 (2010): 159-171.
- [6] - <http://changeantifouling.com/about-us/>
- [7]- <http://changeantifouling.com/wp-content/uploads/2014/10/Antifouling-for-leisure-boats-in-the-Baltic-Sea-A-review-of-the-European-Union-chemicals-and-water-legislation.pdf>
- [8] - http://law.handels.gu.se/digitalAssets/1648/1648953_national-study---sweden.pdf
- [9] - <http://changeantifouling.com/wp-content/uploads/2014/10/Antifouling-for-leisure-boats-in-the-Baltic-Sea-Mapping-the-legal-situation-National-study-Denmark.pdf>



The project "Baltic pilot cases on reduction of emissions by substitution of hazardous chemicals and resource efficiency" (LIFE Fit for REACH, No. LIFE14ENV/LV000174) is co-financed with the contribution of the LIFE Programme of the European Union.