

Laivybos antifulingo dangų su vario oksido biocidais naudojimo sumažinimas Baltijos jūroje

Šis viešai prieinama informacija paremtas tyrimas siekia parodyti pavojingų cheminių medžiagų pakeitimo procesą. Atvejo studija atskleidžia įmonių patirtį, naudojamų cheminių medžiagų keliamą pavojų, alternatyvų pritaikymą ir teisinį ribojimą. Šia atvejo studija siekiama parodyti pavyzdį, kaip buvo vykdomas pakeitimas, todėl ji neilustruota visomis įmanomomis pakeitimo galimybėmis.

1. Įžanga

Jau nuo senų laikų laivyboje naudojamos antifulingo dangos, siekiant išvengti padidėjusios trinties dėl jūros organizmų prikibimo prie laivo povandeninės dalies paviršiaus ir žalos laivo korpusui. Dėl šios priežasties sumažėja laivo greitis, o kuru varomuose laivuose padidėja kuro sunaudojimas. Anksčiau buvo taikomos įvairiausios technologijos, pavyzdžiui, švino ir vario lakštai, arsenas, siera ir degutas [1], o vėliau – organinio alavo junginiai, vario oksidai, cinko piritionas ir organinės kilmės biocidinės medžiagos. Iš šių medžiagų varis ir jo oksidai turi ilgiausią naudojimo istoriją ir netgi šiais laikais tai yra labiausiai naudojamas biocidas antifulingo dažuose. Nors žinomos ir alternatyvios aplinkai draugiškos technologijos, bet jos dar nėra plačiai paplitusios. Tyrimai parodė, kad vario naudojimas antifulingui kelia rimtus aplinkosauginius susirūpinimus.

2. Vario oksido keliami pavojai

Vario oksidas (CAS-numeris 1317-38-0; EC-numeris 215-269-1) yra vandens organizmams labai toksiška, taip pat ilgalaikius pakitimus sukianti medžiaga. Jai priskiriama tokia klasifikacija:

- H400 (Labai toksiška vandens organizmams)
- H410 (Labai toksiška vandens organizmams, sukelia ilgalaikius pakitimus)



2.1. Vario poveikis jūrų organizmams

Tyrimai parodė, kad ištirpęs varis gali paveikti ne tik tikslines rūšis, bet daryti neigiama poveikį ir kitiems jūrų organizmams, sutrikdydamas fermentų funkciją ir padidindamas mirtingumą [2]. Laisvieji vario jonai Cu^{2+} ir Cu^+ yra biologiškai prieinamesni lyginant su metališkuoju variu Cu. Įprastai, ištirpusio vario koncentracija pakrantėse, prieplaukose ir upių žiotyse neviršija 5 $\mu\text{g/l}$, bet labai dažnai matuojant koncentracijas neatsižvelgiama į tai, kad varis gali būti susijungęs su ištirpusia organine anglimi. Taip pat žinoma, kad vario koncentracija dugno nuosėdose, ten, kur jis kaupiasi, yra gerokai didesnė negu vandenyje ištirpusio vario. Kai kurios rūšys itin jautrios šio biocido poveikiui, tačiau pvz., žuvis yra kur kas atsparesnė šiai taršos formai [3]. Pasak tyrimų, Baltijos jūroje fiksuojamas ištirpusio vario koncentracijų didėjimas [4].

2.2. Tarša dėl senų dažų

Uostuose ir prieplaukose, kur atliekami laivų ir valčių remonto darbai ir atnaujinimas, atsiranda didelis kiekis antifulingo dažų dalelių (ADD) atliekų. Kai kuriose šalyse šios atliekos yra surenkamos ir atitinkamai sutvarkomos, o kitur nėra teisės aktais nustatytos tvarkos ir surinkimas bei sutvarkymas

LIFE / FIT FOR REACH

nepraktikuojamas. Taip pat verta žinoti, kad laisvalaikio valčių savininkai yra kur kas mažiau kontroliuojami šiuo klausimu, todėl ši laivybos šaka rimtai prisideda prie taršos antifulingo dažų dalelėmis. Antifulingo dažų dalelės, sudėtyje turinčios vario, cinko ir net alavo, randamos ne tik prieplaukose bei pakrantėse, bet ir jūros dugne, kur savo elgsena primena dugno nuosėdų daleles, taigi jos gali būti prarijamos dugno organizmų ir laikui bėgant išskleisti šias pavojingas medžiagas. [5]

3. Situacija Baltijos jūros regione

3.1. Jūros organizmų poveikis ir antifulingo dažų panaudojimas

Žinoma, kad Baltijos jūros regiono uostuose prišvartuota apie 3 milijonus laisvalaikio valčių. Švedijoje – apie 80% laisvalaikio valčių padengtos vario ar cinko turinčiomis dangomis. Apie 30% visų valčių dangų savo sudėtyje turi pernelyg didelę vario biocido koncentraciją, kuri visai nebūtina švelnesnei Baltijos jūros aplinkai. Baltijos jūros vanduo yra ne toks sūrus, kaip vandenyno ar kitų jūrų vanduo, todėl jūros organizmų poveikis laivams yra kur kas mažesnis.

Didelė valčių savininkų dalis nėra pašalinę seniau ant valčių užteptų antifulingo dangų su organinio alavo junginiais, kurie šiuo metu gali būti po keliais sluoksniais naujų dažų. Šie junginiai gali patekti į aplinką – užteršti dirvožemį ir vandenį valčių remonto ar visiško atnaujinimo metu, kuomet nugramdomas visas dangų sluoksnis. Tai patvirtino Švedijoje atlikta apklausa. Pasirodo, net apie 80% valčių savininkų palieka nugramdytus dažų likučius tiesiog ant žemės. [6]

3.2. Teisinė padėtis

3.2.1. Europos sąjungos teisės aktai

Veikliosios medžiagos, naudojamos išskirtinai kaip biocidai (vienarūšio panaudojimo), reglamentuojamos biocidinių produktų teisės aktu, o cheminės medžiagos, naudojamos ir kitų produktų sudėtyje (daugialypio panaudojimo) turi būti registruojamos pagal REACH. Tačiau antifulingo produktai yra viena iš produktų rūšių, kuriems nesuteikiama autorizacija, taigi didėja kiekvienos šalies narės įtaka ribojant ar leidžiant naudoti antifulingo produktus.

Taip pat svarbu atsižvelgti į Vandens pagrindų direktyvą ir Bendrąją vandens politikos direktyvą. Nuo jų pritaikymo nacionaliame lygmenyje priklauso aplinkos būklės įvertinimas, aplinkosauginiai tikslai ir standartai ir nustatomos priemonės, kurių reikia imtis, norint pasiekti gerą aplinkos būklę. Nors kai kurios medžiagos naudojamos antifulingo dažuose yra laikomos prioritetinėmis Europos sąjungoje, tačiau kitoms apribojimus gali pritaikyti pačios šalys narės. Baltijos jūros regiono vandens aplinkosaugos komisija HELCOM yra regioninio bendradarbiavimo ašis. Visos Baltijos jūrą supančios valstybės, taipogi ir Europos Sąjunga, yra įstojusios į HELCOM organizaciją, kuri yra tarsi platforma teisės aktų suvienodinimui, bendram monitoringui, veiksams ir jungtiniam darbui dėl vandens aplinkos problemų. [7]

3.2.2. Specifiniai reikalavimai kai kuriose ES šalyse

Vario panaudojimas antifulingo dažuose yra ribojamas kai kuriose Baltijos jūros regiono šalyse. Švedijos Baltijos jūros dalis yra laikoma aplinkosaugiškai jautria ekosistema ir todėl Švedijos valdžia pritaikė atsargumo principą bei nustatė ribojimus vario antifulingo dažams, naudojamiems laisvalaikio valtims dar pačioje šio amžiaus pirmojo dešimtmečio pradžioje. Tačiau neseniai šio ribojimo buvo atsisakyta ir dabar Cheminių medžiagų agentūra autorizuoja tik antifulingo produktus, turinčius ribotas biocidų koncentracijas, įskaitant ir varį, kuris vis tik leidžiamas naudoti Švedijoje. [8]

Danijoje taip pat nustatyti reikalavimai laisvalaikio valtims, ribojantys vario (Cu) išleidimą į jūros vandenį. Nustatytos vario išleidimo iš dažų greičio ribos, kurios neturėtų viršyti 200ug Cu /cm² po pirmųjų 14 dienų ir 350 mikrogramų Cu /cm², po pirmųjų 30 dienų nudažius. Taip pat uždrausta naudoti antifulingo dažus valtims, kurios dažniausiai naudojamos gėlo vandens telkiniuose. [9]

LIFE / FIT FOR REACH

2009 m. Danijos valdžia visiškai uždraudė vario panaudojimą antifulingo dažams, bet šis draudimas buvo atšauktas po to kai ES Mokslo taryba dirbant sveikatos ir aplinkosauginės rizikos klausimais nutarė, kad draudimas yra nepakankamai pagrįstas moksliniais įrodymais.

Vario turinčių antifulingo dažų panaudojimas neribojamas dideliems laivams. Jokių tarptautinių planų uždrausti šio tipo antifulingo dažų naudojimą šiuo metu nėra.

4. Atvejo aprašymas ir alternatyvos

4.1. Atvejo aprašymas

Vykdam šį pakeitimo atvejį siekiama pakeisti antifulingo dangą, kurios sudėtyje yra tiek vario, tiek cinko oksidų, kurie kelia pavojų vandens aplinkai, ir kitų komponentų, keliančių grėsmę žmogaus sveikatai. Ieškoma aplinkai draugiškesnių alternatyvų, kurios yra tinkamos dideliems laivams, nes tiriamo atvejo įmonės veikloje naudojamo laivo povandeninės dalies plotas beveik siekia 1000 m². Tačiau manoma, jog šis tyrimas labai naudingas ir laisvalaikio valčių savininkams.

4.2. Alternatyvios technologijos

Šioje lentelėje išvardytos dabar prieinamos ir taip pat šiuo metų kuriamos antifulingo dangų technologijos, kurios gali būti panaudotos kaip aplinkai draugiškesnė alternatyva.

Technologijos rūšis	Veikimo principas	Cheminės medžiagos	Prieinama?
Savaime nusipoliruojantis paviršius (dabar naudojamas)	Atidengiami švieži biocido sluoksniai dangai dėvintis. Lėtas tęstinis biocido išleidimas.	Daugiausiai vario arba cinko oksidai.	Taip
Mažos emisijos antifulingas	Lėtas tęstinis biocido išleidimas.	Sudėtyje naudojami alternatyvūs efektyvesni biocidai, tokie kaip medetomidinas.	Taip
Paleidžianti jūros organizmus/ nelipni danga	Žema paviršiaus energija, jūros organizmai lengvai atsikabina, pvz., padidinus greitį, arba lengvai nusivalo nuo paviršiaus.	Silikono, fluoropolimerų arba hibridinių polimerų pagrindo.	Taip
Fermentų pagrindo	Fermentai hidrolizuoja jūrų organizmų pėdsakus, todėl jie negali prikibti prie paviršiaus.	Fermentai	Ne
Nano dangos – be biocidų	Netinkamas paviršius jūros organizmams prikibti		Ne
Biologines sistemas imituojantys paviršiai	Biotechnologija paremta danga. Sukuriamas netinkamas paviršius jūros organizmams prikibti		Ne

4.3. Alternatyvios technikos

LIFE / FIT FOR REACH

Nors prikibusių jūros organizmų nuvalymo technikos nelabai pritaikomos dideliems laivams, šios žinios itin naudingos laisvalaikio valčių savininkams ir leidžia apskritai išvengti antifulingo dažų.

- Valties iškėlimas ir laikymas ore, kol valtis nenaudojama.
- Kartais taikomas valties nuvalymas iškėlimo metu.
- Valties povandeninės dalies uždengimas apsaugine medžiaga, kuri sustabdo nuo jūros organizmų poveikio, nes per ją neprasisiskverbia saulės šviesa.
- Mechaniniai metodai – šepėčiai valtims. Valtis traukiama per besisukančius šepėčius, kurie nuvalo jūros organizmus, prikibusius prie valties povandeninės dalies.

Taip pat verta paminėti, kad jei valties remonto metu nugramdomi seni dažai, labai svarbu juos po darbo surinkti ir atitinkamai sutvarkyti, kad dažuose esančios medžiagos nepatektų į aplinką. Taip pat svarbu išvengti sauso šlifavimo.

5. Pakeitimas

5.1. Alternatyvių produktų vertinimas

	Technologija	Veikimo principas	Hazardous substances	Prieinama?
1.	Savaime nusipoliruojantis paviršius (dabar naudojamas)	Lėtas tęstinis biocido išleidimas.	Vario ir cinko oksidai, petroleterio tirpiklis (H340, H350)	
2.	Paleidžianti jūros organizmus, silicio pagrindo.	Hidrogelio mikrosluoksnis neleidžia jūros organizmams nusėsti ir turi savaiminio nusivalymo savybių.	Įvardyta „Be biocidų“, tačiau sudėtyje yra dibutilalavo dilaurato (H400, H410, H360) (funkcija: pagerina jungtis, stabilizatorius)	Taip
3.	Mažos emisijos pusiau kietas antifulingas	Abamektino pagrindo (sudėtyje - 0,1%). Tai bakterinis junginys, veikiantis tik esant kontaktui. Nėra išleidimo į jūros vandenį (teoriškai).	Ksilenas, cinko oksidas (H400, H410), cinko piritionas (H400), abamektinas (H400, H410)	Galimai netolimoje ateityje
4.	Biologinė, fermentų pagrindo	Aerogelyje imobilizuoti fermentai, kurie hidrolizuoja jūrų organizmų pėdsakus, todėl jie negali prikibti prie paviršiaus.	Fermentai vandenyje suskyla per 10-12 dienų.	Galimai netolimoje ateityje
5.	Polisiloksano fluoro polimerų pagrindo technologija (tai patentuota hibridinė siloksanų danga)	Dangos valentingumas pasikeičia esant kontaktui su judančiu vandeniu. Žema paviršiaus energija, nedidelė trintis. Neišsieikvoja ir neišsiplauna. Jūros organizmai lengvai atsikabina - savaime nusivalo.	Poliamido derva (galimai H411)	Taip
6.	Hidrofilinė-hidrofobinė pakeistų siloksanų danga sujungta su epoksidine derva	Pakeisti siloksanai padeda susidaryti slidžiai plėvelei ant dangos paviršiaus, kuri neleidžia prisitvirtinti jūros organizmams ar jų lervoms.	-	Taip

Pastaba! Dėl tikslų terminų, žr. anglišką variantą sėkmės istorijų puslapyje anglų kalba.

5.1.1. Kokia alternatyva pasirinkta ir kodėl?

Parinktos dvi galimos alternatyvos, kurios, pasak produktų aprašymų, tarnauja ilgai, sumažina laivo trintį plaukiant ir dėl to leidžia sutaupyti kuro. Taip pat sudėtyje neturi arba beveik neturi biocidinių medžiagų bei kitų vandens aplinkai pavojingų komponentų. Abu produktai suteikia apie 10%, o galimai net daugiau, kuro santaupų. Pasak gamintojo, alternatyvai nr.5 suteikiama 10 metų garantija, o po patikrinimo ji gali būti pratęsiama dar 5 metams. Tai yra 2-3 kartus ilgesnis tarnavimo laikas, negu įprastinių vario oksido pagrindo antifulingo dangų. Gamintojas taip pat pateikė informacijos apie šios dangos naudojimo atvejus taip įrodydamas ilgą dangos tarnavimo laiką.

Po preliminaraus ekonominio įvertinimo, buvo nuspręsta pasirinkti dangą nr.5. Nors jos kaina ir yra gerokai didesnė, nei įprastinių vario oksido turinčių dangų, dėl kuro sutaupymo ir ilgesnio tarnavimo laiko šį dangą atsiperka ir yra ekonomiškai naudingesnė po 10 metų, o po 15 metų leidžia dar labiau sutaupyti. Alternatyva nr.6 irgi yra geras pasirinkimas, žvelgiant iš aplinkosauginės perspektyvos, bet yra mažiau naudinga ekonomiškai.

5.2 Įgyvendinimas

Įgyvendinimas dar neprasidėjo.

6. Šaltiniai

[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.