

Vilken bottenfärg är mest hållbar?

Bedömning & jämförelse av miljöpåverkan från olika färgtyper för fritidsbåtar

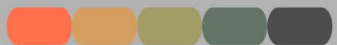


Maria Lagerström

Institutionen för Mekanik och Maritima Vetenskaper
Avdelningen för Transport, Energi och Miljö

Nationell Båtmiljökonferens, 2025-10-16

Val av bottenfärg



Utsläpp

direkta & indirekta

MILJÖPÅVERKAN

Utsläpp till luft (pga påväxt)

Växthusgaser
SO_x, NO_x, PM

KLIMAT-
FÖRÄNDRING

MÄNSKLIG
HÄLSA

Biocidinnehållande färger

Biocidfria färger

Koppar

Alternativ
biocid

Foul-release
m. biocid

Foul-release

Hård
epoxi

*Utsläpp till
havsmiljö*

ÖVERGÖDNING

Biocider

Mikroskräp

*Persistenta
substanser*

MARIN
EKOTOXICITET

FÖRSURNING

Miljöbedömning av bottenfärger - forskningsresultat

- Resultat från pågående studier på Chalmers

Studie 1. Hållbarhetsrankning av bottenfärger för fritidsbåtar (effektivitet + ekotoxikologiska tester)

Studie 2. Jämförelse av farlighetsbedömning av fritidsbåtsfärger på den europeiska marknaden

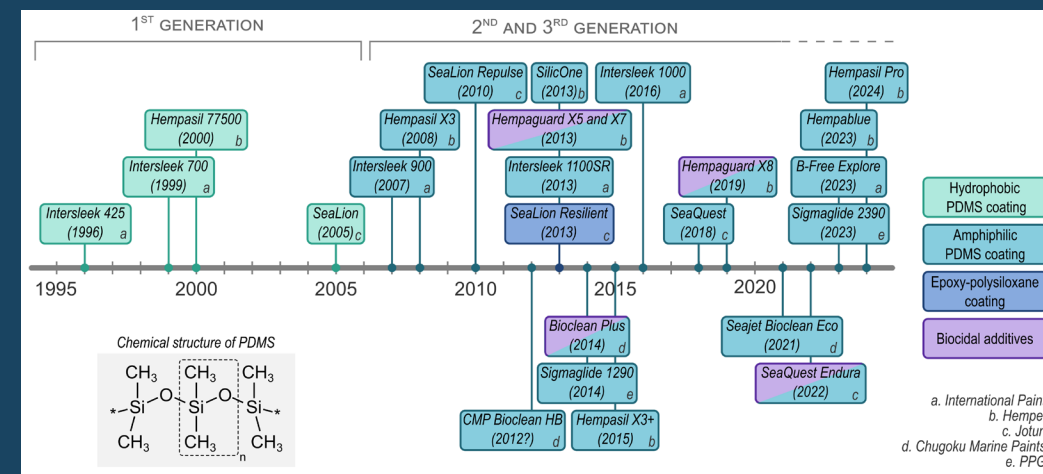
- Relevanta resultat från publicerade vetenskapliga studier från andra forskargrupper



Biocidfria silikonfärgers miljöpåverkan

Resultat från andra forskargrupper

- Artikel publicerade 2022:
Sammanställning av kunskapsläget gällande silikonbaserade (foul-release) färger
- 7 ekotoxikologiska studier:
 - Alla gjorde olika – svårt att jämföra mellan studier
 - Kopparbaserade färger betydligt mer toxiska än biocidfria silikonfärger
 - I de fall silikonbaserade färger uppvisade toxicitet i olika tester var dessa effekter övergående (försvinner efter 2 mån exponering i havsvatten)
 - Färger ofta anonyma - oklart om några tester utförda på silikonfärger för fritidsbåtar



Hållbarhetsrankning av olika antifoulingfärger för fritidsbåtar

Effektivitet

Miljöpåverkan

5 färger med kopparoxid (vikt%):



2 "kopparfria" färger:



Exponering på 3 lokaler (apr-okt 2023):



Lagerström, M., Le Bihanic, F., Veensalu, L., Boisserie-Gimenez, R., Racofier, L., Larsson, A. I., Butschle, M., Limon, G., Cousin, X., & Cachot, J. (manuscript in prep).
Sustainability ranking of antifouling coatings for leisure boats – balancing efficacy and environmental impact

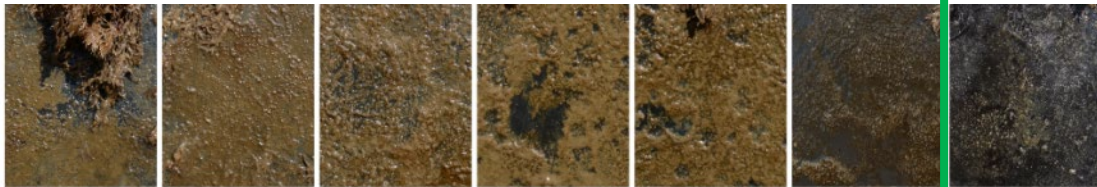
Hållbarhetsrankning av olika antifoulingfärger för fritidsbåtar

Effektivitet

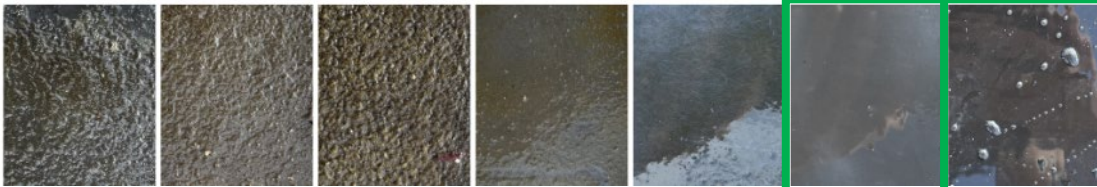


Bildanalys: täckningsgrad & typ av påväxt → FR (påväxtindex 0-100)

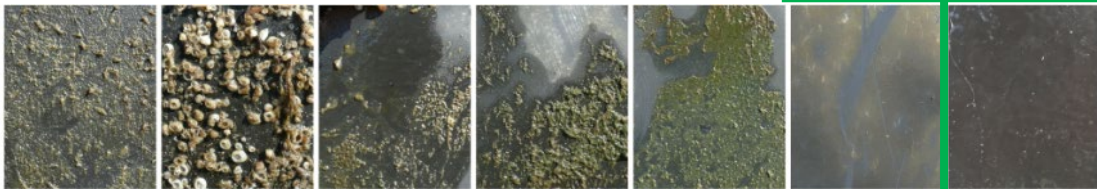
Arcachon



Hundested



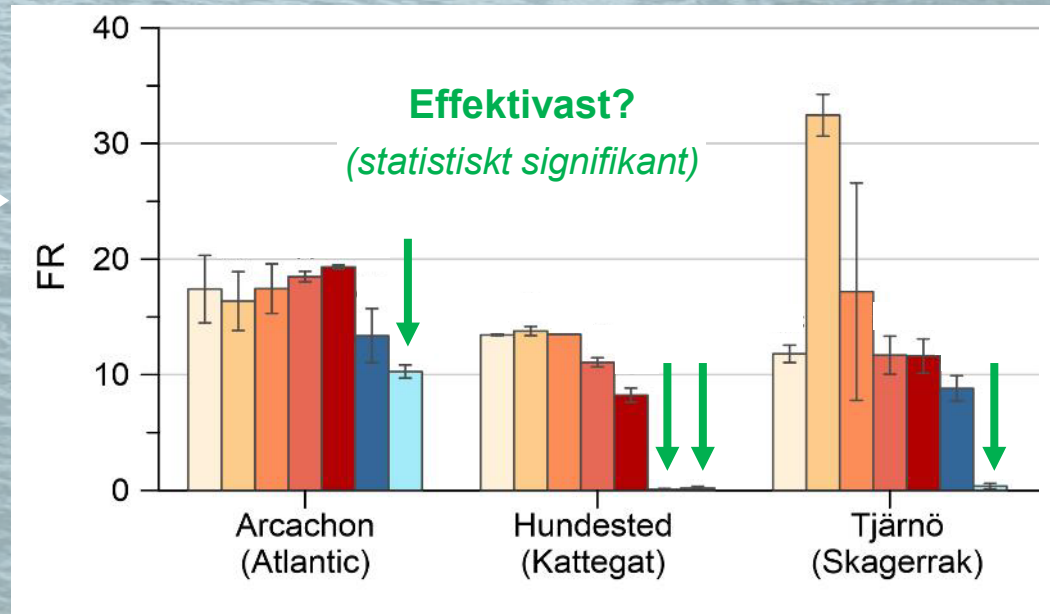
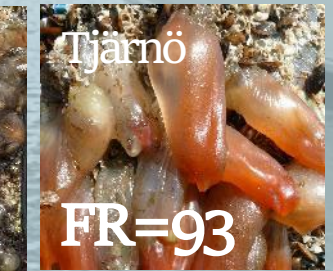
Tjärnö



färger med kopparoxid

alternativ biocidfärg biocidfri silikonfärg

Kontroll – 4 mån exponering



Hållbarhetsrankning av olika antifoulingfärger för fritidsbåtar



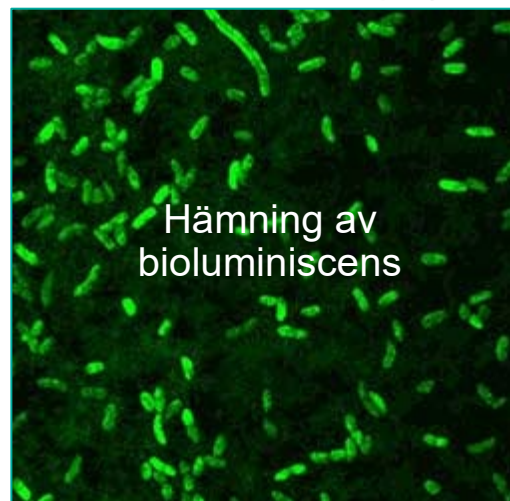
24 timmar,
artificiellt
havsvatten



Miljöpåverkan

Ekotoxikologiska tester: exponering av organismer
för lakvatten från målade fältpaneler (Arcachon)

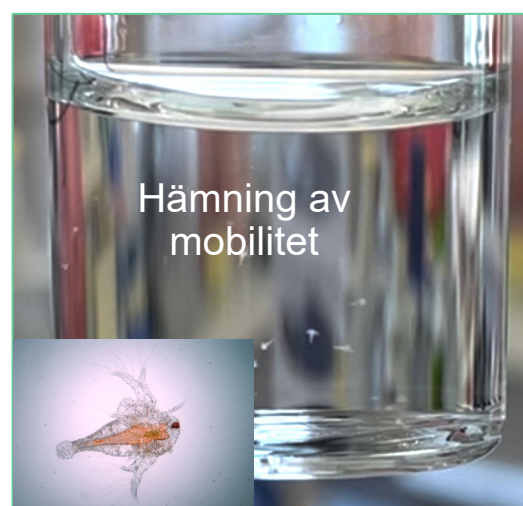
A Marine bacteria (*A. Fischeri*)



B Marine microalgae (*P. Tricornutum*)



C Marine microcrustacean (*A. Salina*)



D Marine fish larvae (*O. Melastigma*)



Signifikant effekt jämfört
med kontroll?

Högst toxicitet?
Alla 4 tester



Lägst toxicitet?

1 test när färgen är ny, 0 tester
efter 6 mån exponering i fält



Hållbarhetsrankning

av olika antifoulingfärger för fritidsbåtar

Effektivitet

Miljöpåverkan



Bäst



Sämst

Bäst



Sämst

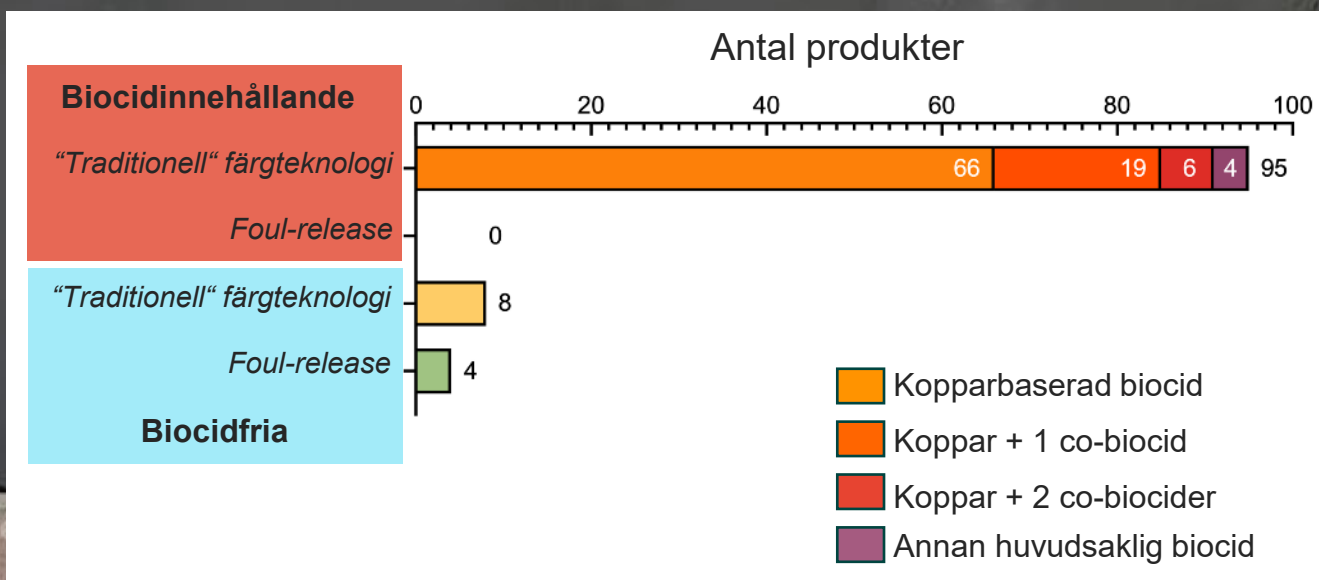


Godkännande för användning på svenska västkusten?
(miljöriskbedömning enligt EU:s biocidreglering, fältläckagedata Tjärnö)

Farlighetsbedömning av fritidsbåtsfärger

Fritidsbåtsfärger på EU:s marknad:

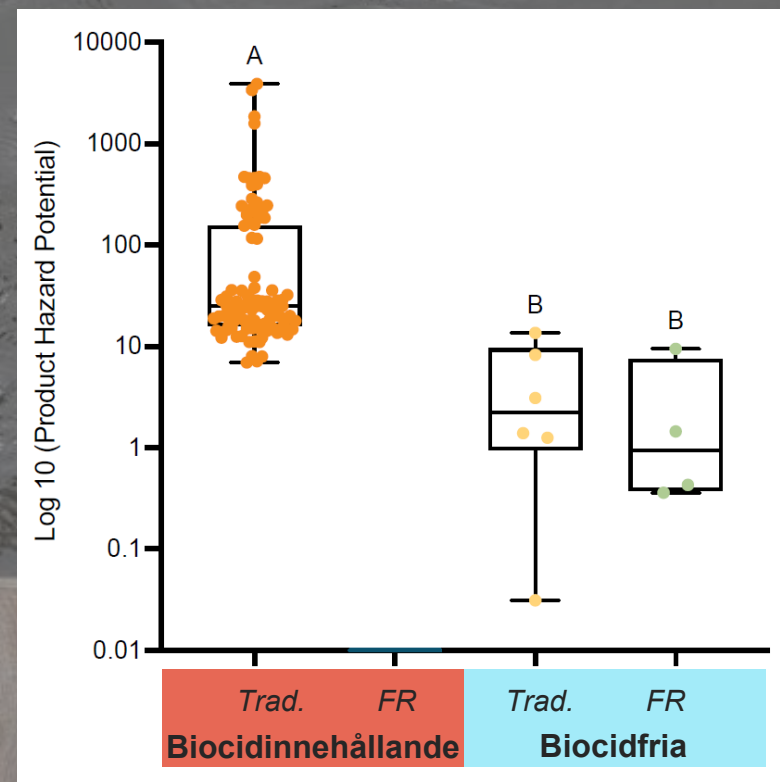
5 producenter → 107 produkter



Från säkerhetsdatablad: beräkning av den torra färgens ”faropotential”:

$$\text{product hazard potential} = \sum_i^n \frac{C_i}{PNEC_i}$$

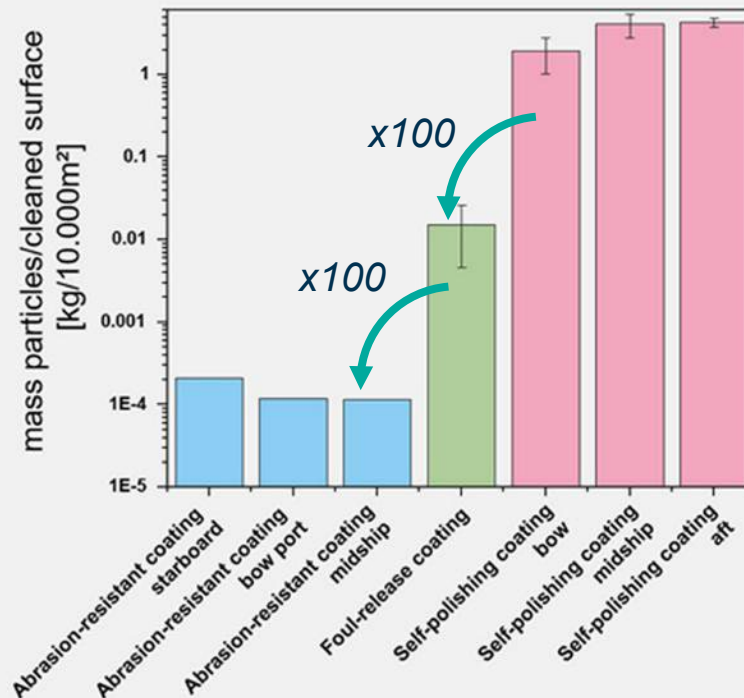
C_i = genomsnittliga torrviktskoncentrationen av substans i
 $PNEC_i$ = Predicted No Effect Concentration av substans i
 (under vilken inga negativa effekter på havslevande organismer är förväntade)



Färgpartiklar (mikroskräp)

Resultat från andra forskargrupper

- Frigöring av partiklar från olika färger vid rengöring med gummiraka
- Provtagning från faktiska fartyg:
 -  Biocidfri hård färg
 -  Biocidfri (foul-release) silikonfärg
 -  Självpolerande kopparfärg



Fischer, Marten, et al. "Quantification of paint flakes and metal emissions during pro-active in-water hull cleaning." *Chemosphere* 376 (2025): 144291.



Miljöbedömning av bottenfärger - slutsatser

- Komplex!
- ”**Kopparfria**” biocidfärger: att byta ut koppar mot andra biocider – inte nödvändigtvis lägre miljöpåverkan
- Det finns **effektiva biocidfria alternativ**
- Biocidfria silikonfärger:
 - **effektivare** än biocidfärger
 - uppvisar **lägre toxicitet** än biocidfärger
 - **mindre benägna att frigöra partiklar** än polerande färger
- Biocidfria produkter genomgår ingen miljöriskbedömning – **färgproducenter** har ett ansvar att ta fram hållbara produkter



CHALMERS

Tack!

maria.lagerstrom@chalmers.se

Photo: Micaël Barrau, PNMBA