Happy Boat
GIFTFRI BOTTEN - FRISKARE HAV

Happy Boat rapport nummer 26-227

Bestämning av tenn, koppar, zink, och bly på båtbottnar inom Upsala Segelsällskap, 2026-09-(29-30) och 26-10-24

Britta och Göran Eklund

2026-10-30

Betalningsmottagare	Telefon	Bankgiro	Organisationsnummer
Happy Boat AB	073-6600011	164-9342	559066-0238
Lundagatan 11			
619 34 Trosa	**E-postadress**		**Godkänd för F-skatt**
www.happyboat.se	britta.eklund@happyboat.se		

1. INLEDNING

Upsala Segelsällskap har genom Helena Fornstedt (miljöombud), anlitat Happy Boat AB för att utföra mätningar av halten koppar, zink, tenn och bly i bottenfärgen på båtar inom båtklubben. Mätningen utfördes med röntgenfluorescensteknik (XRF) där halten metall mäts i µg /cm^2. Denna metod omfattas av Happy Boat ABs patent SE537906.

Innehåll

1. INLEDNING 2
2. METOD 3
   2.1 Mätmetodik 3
   2.2 Jämförelsedata 4
3. RESULTAT 4
   3.1 Resultat, XRF-mätningarna 5
      3.1.1 Kopparhalter i bottenfärg 5
      3.1.2 Zinkhalter i bottenfärg 6
      3.1.3 Tennhalter i bottenfärg 6
      3.1.4 Blyhalter i bottenfärg 7
      3.1.5 Båtar utan några metaller i bottenfärgen 7
      3.1.6 Båtar med annat skrov än plast 7
4. DISKUSSION 8
   4.1 Metaller i bottenfärger och variationer 8
   4.2 Sammanfattning – Upsala SS 9
   4.3 Regler för bottenfärger 10
5. SLUTORD 10
6. REFERENSER 11

Bilagor –

Tabell 1- Resultat från koppar, zink och tenn från båtskrovsmätningar

2. METOD

Båtbottenfärgsmätningar utfördes av Happy Boat AB (www.happyboat.se) den 29 och 30 september, samt 26-10-24 på båtklubbens båtuppställningsplats intill Ekoln. Båtarna anvisades av främst klubbens miljöombud som också angav identitetsnummer för båtarna. Dessa id-nummer har använts i resultatbilagan. Identiteterna kan endast härledas av föreningen till de enskilda båtägarna.

2.1 Mätmetodik

Mätningen utfördes med två handhållna röntgenfluorescensinstrument (SciAps X300) som är särskilt kalibrerade för mätning av tenn, koppar, bly och zink på plastbåtskrov (Ytreberg et al., 2015). Förekomst av koppar och zink innebär att båten varit målad med bottenfärger som innehåller dessa metaller. Förekomst av tenn i halter högre än 100 µg/cm^2 är en stark indikation på att det finns kvar rester av gammal tennorganisk färg på båtbotten (Lagerström et al. 2017, Ytreberg et al 2017) förmodligen i inre färglager.

Varje båt har i undersökningen mätts på åtta platser på undervattenskroppen. Mätningarna har utförts i en bestämd ordning på varje båt där mätomgången alltid startar med styrbord akter. Mätning har utförts på tre platser på styrbord sida, (styrbord bak, styrbord mitt, styrbord fram), tre platser på babord sida (babord fram, babord mitt och babord bak) och avslutats med två mätningar på aktern eller rodret (babord akter/roder och styrbord akter/roder). I samtliga fall har mätningarna utförts cirka 10-40 cm under vattenlinjen och väl ovanför kölen (Figur 1). Vid avvikelser från normal mätstrategi, till exempel beroende på att någon del av båten varit otillgänglig för mätning, noteras detta i resultatrapporten för aktuell båt. Båtar med metallroder har inte mätts på rodret utan i stället på drevstocken eller skäddan.



Figur 1. Mätpunkter på båtar mätta av Happy Boat AB. Mätningar utfördes 10-40 cm nedanför vattenlinjen på både styrbord och babord sida enligt bilden (styrbord bak, styrbord mitt, styrbord för, babord för, babord mitt och babord bak plus ömse sidor av rodret). På motorbåtar utan roder mäts på akterspegeln och på snipor mäts på drevstocken.

XRF-metodiken är en screeningmetod där signalen för olika element avtar ju tjockare lager färg man har. Vid tjocka färglager kan värdena underskattas men aldrig överskattas. Metoden mäter den totala halten av metaller i bottenfärgen och kan inte särskilja om metallerna eventuellt finns under en spärrfärg eller epoxifärg.

Kvantifieringsgränsen för tenn är 50 µg/cm^2 och för koppar, zink och bly 100 µg/cm^2.

2.2 Jämförelsedata

För att få en uppfattning om vad XRF-värdena innebär så har mätningar gjorts på ett lager av olika vanliga bottenfärger.

Ett färglager av en vanlig kopparfärg för användning på västkusten gav ett XRF-mätvärde på ca 4 000 µg koppar/cm^2 och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 1100 µg koppar/cm^2.

För zink motsvarar ett nymålat färglager av en vanlig västkustfärg ca 1 600 µg zink/cm^2 och ett lager av Östersjöfärg motsvarar ca 2000 µg zink/cm^2.

Ett lager av två olika tennfärger gav värden med XRF-metodiken på 300 respektive 800 µg tenn/cm^2.

3. RESULTAT

Happy Boats båda instrument har kvalitetsäkrats av Chalmers Tekniska Högskola, 23-05-04. Denna certifiering visar att mätningar utförda med Happy Boats instrument är korrekta och mätdata behöver inte korrigeras.

Kontrollmätningarna inför mätningarna hos Upsala SS visade att båda använda instruments riktighet (+/- 10% från nominellt värde) och precision (0-10% spridning kring medelvärdet, n=4) låg inom det förväntade intervallet.

I resultatbilagan har tilldelade nummer på båtarna från båtklubben använts som identitetsnummer.

Totalt mättes 172 båtar av Happy Boat AB den 29-30 september 2026. Senare upptagna båtar mättes 26-10-24 och uppgick till 21 stycken. Det innebär att totalt har 193 båtar mätts hos Upsala Segelsällskap

Av dessa var 186 byggda av plast fem var träbåtar och två var byggda av plåt.

Mätresultaten för samtliga resultat för koppar, zink och tenn redovisas för varje båt i en resultatbilaga. I tabellerna presenteras även medelvärden för alla mätdata per mätomgång per båt.

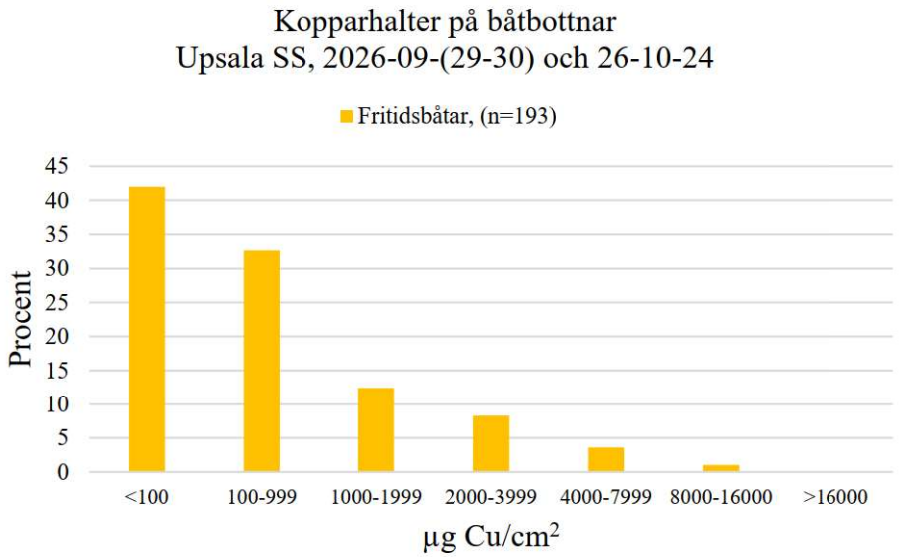
Sedan juni 2025 finns nationella regler för vilken halt av tenn som får finnas i bottenfärgen på en båt (TSS 2025). När det gäller övriga metaller är det de lokala miljömyndigheterna som avgör vad som ska gälla.

Resultatsiffrorna är angivna med två siffrors noggrannhet. Vid beräkning av medelvärden har för värden < LOQ (limit of quantification) halva kvantifieringsgränsen använts, dvs 50 µg/cm^2 för metallerna koppar, zink och bly och 25 µg/cm^2 för tenn.

3.1 Resultat, XRF-mätningarna

Totalt mättes 193 båtar. För att få en övergripande bild över hur resultaten fördelar sig har medelvärdena för koppar, zink och tenn, som redovisas i resultatbilagan, också illustrerats grafiskt i figurerna 2, 3 och 4 nedan. I de fall båtar har mätts i två omgångar har medelvärdet av dessa använts.

3.1.1 Kopparhalter i bottenfärg



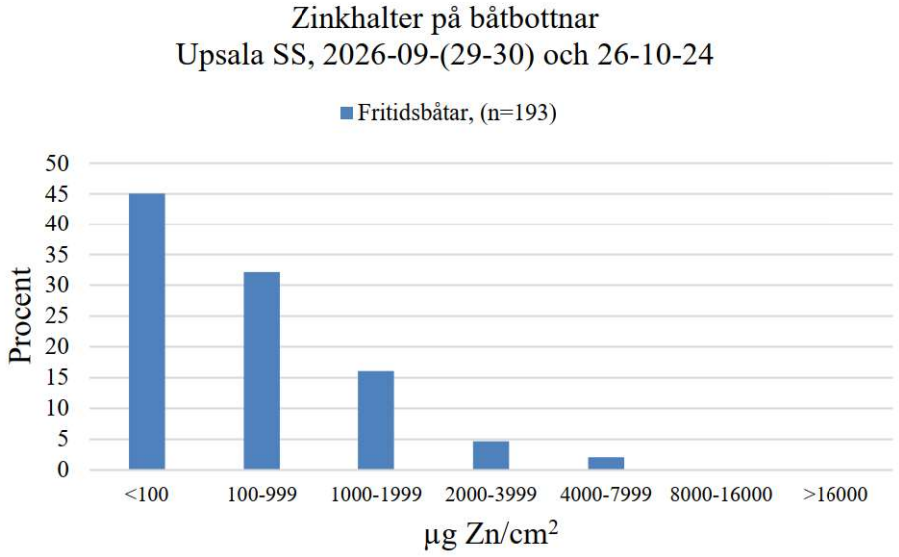
Figur 2. Fördelningen i procent av kopparhalter på båtskrov inom Upsala Segelsällskap.

Av de 193 mätta båtarna hade 144 båtar (74%) medelvärden lägre än 1000 µg/cm^2. Av dessa hade 114 båtar (59%) samtliga kopparvärden lägre än 1000 µg/cm^2 medan på 30 båtar fanns enstaka kopparvärden högre än 1000 µg/cm^2 men medelvärdet var lägre än 1000 µg/cm^2.

40 båtar (20,7%) hade flera mätvärden högre än 1000 µg/cm^2 och där även medelvärdena låg mellan 1000 µg/cm^2 och 4000 µg/cm^2

Nio båtar (4,7%) hade de flesta mätvärden över 1000 µg/cm^2 och ett medelvärde av koppar på över 4000 µg/cm^2.

3.1.2 Zinkhalter i bottenfärg

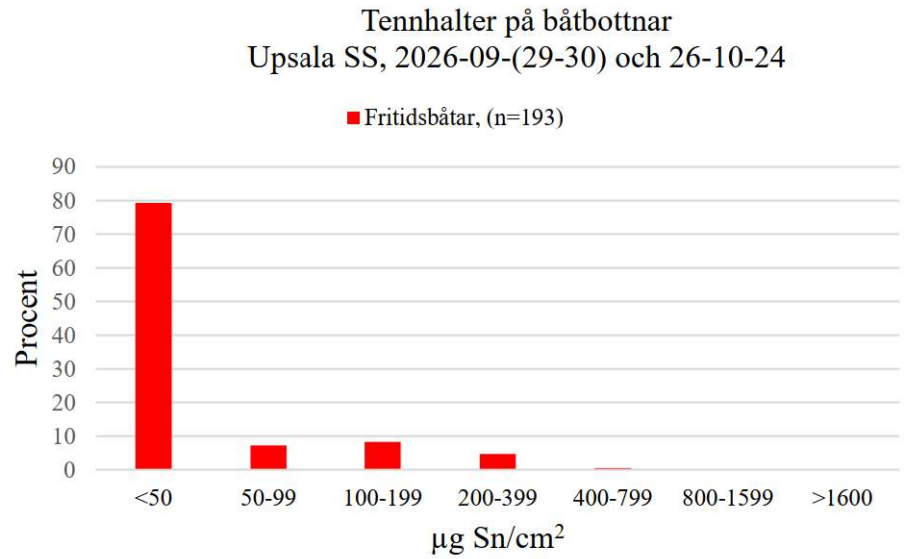


Figur 3. Fördelningen i procent av zinkhalter på båtskrov inom Upsala Segelsällskap.

På 87 (45%) var alla zinkhalter lägre än kvantifieringsgränsen för instrumenten.

På 180 av båtarna (93%) fanns lägre zinkhalter med medelvärde på < 2000 µg/cm^2. Denna halt motsvarar ungefär ett lager av en vanlig ostkustfärg. På 3 båtar (1,6%) uppmättes zinkhalter på de flesta mätpunkter högre än 4000 µg/cm^2. Det finns inga nationella regler för vilka halter som är tillåtna för zink i bottenfärg på båtskrov.

3.1.3 Tennhalter i bottenfärg



Figur 4. Fördelningen i procent av tennhalter på båtskrov inom Upsala Segelsällskap.

Av de 193 mätta båtarna hade 153 stycken (79,3%) bottenfärg där medelvärdet för tenn var lägre än 50 µg/cm^2.

På 26 båtar (13,5%) fanns högre halter av tenn än 100 µg/cm^2 på flera mätpunkter och där även medelvärdet var högre än 100 µg/cm^2.

På ytterligare 14 båtar (7,3%) fanns högre halter av tenn än 100 µg/cm^2 på minst två mätpunkter och medelvärdet hamnade mellan 50 och 100 µg/cm^2.

På alla dessa båtar, utom en, båt med Id-nr [redacted], bekräftades tennhalt på högre än 100 µg/cm^2 med extra mätningar runtomkring den aktuella mätpunkten. På båtar med Id-nr [redacted] (roder), [redacted] (roder) och [redacted] (roder) fanns tenn bara på rodret och alla tennhalter på skrovet var lägre än kvantifieringsgränsen för instrumenten.

Detta innebär att 39 båtar (20%) hade fler än två tennhalter högre än 100 µg/cm^2 och bör därmed åtgärdas enligt Transportstyrelsens regler (TSS 2025-1680).

På en av båtarna (Id nr [redacted]) med tennhalter mellan 50 och 130 fanns tennhalter som korrelerade väl med kopparhalterna. Detta tyder på att det handlar om oorganiskt tenn och inte farligt organiska tennföreningar som TBT för denna båt. För att veta helt säkert kan en kemisk analys av TBT på skrapprov från båtens bottenfärg utföras.

3.1.4 Blyhalter i bottenfärg

På 29 av båtarna (15%) uppmättes bly. Av dessa vara fyra träbåtar som förmodligen har behandlats med blymönja vilket är vanligt på äldre träbåtar. De övriga 25 båtar hade troligen gult, orange eller rött skrov. Några syntes detta på medans andra båtar var övermålade med någon annan färg. Tidigare tillsattes blypigment till gelcoaten för att fram gul, orange eller röda skrov. Detta är troligen orsaken till blyförekomsten hos dessa båtar. Detta bly lär inte läcka ut till omgivningen men bör tas om hand den dagen båten ska skrotas.

3.1.5 Båtar utan några metaller i bottenfärgen

På 40 båtar (20,7%) av de 193 mätta båtarna uppmättes inte vare sig koppar, zink eller tenn högre än kvantifieringsgränsen för instrumenten i bottenfärgen på någon av de åtta mätpunkterna. På ytterligare 16 båtar fanns bara ett eller två låga mätvärden av koppar, zink eller tenn. Sammanlagt kan då 56 av båtarna (29%) anses vara biocidfria.

3.1.6 Båtar med annat skrov än plast

Av de 193 mätta båtarna var fem träbåtar och två var byggda av plåt. Fyra av träbåtarna var byggda i mahogny och den femte vara övermålad och troligen av furu. Instrumenten ger

samma värden som för plast på mahogny och behöver inte korrigeras. För den femte båten som var övermålad blir därför värdena lite mer osäkra.

När det gäller metallbakgrund fanns det två båtar som var byggda av plåt. Här har vi tagit fram korrigeringsfaktorer som vi har använt för att korrigera mätdata.

4. DISKUSSION

4.1 Metaller i bottenfärger och variationer

Variationen för mätvärdena inom en båt är i allmänhet stor. Detta beror bland annat på att slitaget av bottenfärgen skiljer sig på olika platser på skrovet. Ojämnheter i färglagret kan också uppstå vid slipning, skrapning under vårrustning och vid bättringsmålning och nymålning av bottenfärgen.

Förekomst av tenn i halter högre än 100 µg/cm^2 är en stark indikation på att det finns kvar rester av gammal tennorganisk färg på båtbotten (Lagerström et al. 2017, Ytreberg et al 2017) förmodligen i inre färglager. Detta har legat till grund för rådgivande referensvärden som Stockholm stad var först med att ta fram (Stockholm Stads miljöförvaltning 2019). Många andra kommuner har också valt 100 µg/cm^2 som riktvärde för tillåten tennförekomst. Sedan juni 2025 finns nationella regler för vilken halt av tenn som är tillåtna att finnas i bottenfärgen på en båt (TSS 2025). Denna innebär att vid två eller fler mätpunkter med en tennhalt lika med eller högre än 100 µg/cm^2 anses bottenfärgen innehålla tennorganiska föreningar och bör saneras.

I ett mätprojekt inom Stockholm stad har variationen för 3167 mätta båtar beräknats. Resultaten presenteras i Happy Boat rapport 19-2 ”Jämförande analys av förekomst av biocidmetaller på fritidsbåtsbottnar inom Stockholms stad under åren 2016–2018”. Rapporten kan i sin helhet laddas ner från Stockholm stads hemsida www.stockholm.se/batklubbar.

Tenn har i Stockholmsammanställningen inte uppmätts över kvantifieringsgränsen på 50 µg/cm^2 på 75 % av båtarna och på 84 % av båtarna var medelvärdet under det föreslagna rådgivande referensvärdet på 100 µg /cm^2. Generellt kan sägas att för båtar äldre än 1995 har ca 15 – 20% av båtbeståndet högre halter av tenn än referensvärdet 100 µg/cm^2. Den långsiktiga trenden är att tennhalterna går ner i båtbeståndet som resultat av sanering av gamla båtar och slitage av bottenfärgen. För båtar nyare än 1995 är det mycket ovanligt att detektera tenn.

4.2 Sammanfattning – Upsala SS

Sedan juni 2025 finns det nationella regler för bedömning av TBT i bottenfärg på båtskrov. Dessa innebär att vid två eller fler mätpunkter med en tennhalt lika med eller högre än 100 µg/cm^2 anses bottenfärgen innehålla tennorganiska föreningar och bör saneras.

När det gäller andra metaller som kan finnas i bottenfärg på båtskrov såsom koppar, zink och bly är det kommunerna som beslutar vad som ska gälla. Stockholm stad var den första kommun som tog fram rådgivande referensvärden för tillåten förekomst av tenn och koppar i bottenfärg på fritidsbåtar. För sötvatten är dessa referensvärden för tenn 100 µg /cm^2 och koppar 1000 µg /cm^2. För båtar med hemmahamn i brackvatten eller i saltvatten finns inga angivna referensvärden för koppar eller zink för vad som är tillåtet att ha i bottenfärgen på båten.

Happy Boat mätte 193 båtar inom Upsala Segelsällskap (USS) den 29 och 30 september, samt 26-10-24 2026.

På 40 av de mätta båtarna fanns varken koppar, zink, tenn eller bly i detekterbara halter. På ytterligare 16 båtar fanns endast ett eller två lägre mätvärden Tillsamman blir det 56 stycken (29%) av båtarna som kan anses vara biocidfria.

Tenn

Av de 193 mätta båtarna hade 154 stycken (79,8%) bottenfärg där medelvärdet för tenn var lägre än 50 µg/cm^2. På 26 båtar (13,5%) fanns högre halter av tenn än 100 µg/cm^2 på flera mätpunkter och där även medelvärdet var högre än 100 µg/cm^2. På ytterligare 14 båtar (7,25%) fanns högre halter av tenn än 100 µg/cm^2 på minst två mätpunkter och medelvärdet hamnade mellan 50 och 100 µg/cm^2. På alla dessa båtar, utom en, båt med Id-nr [redacted] bekräftades tennhalt på högre än 100 µg/cm^2 med extra mätningar runtomkring den aktuella mätpunkten. På båtar med Id-nr [redacted] (roder), [redacted] (roder) och [redacted] (roder) fanns tenn bara på rodret och alla tennhalter på skrovet var lägre än kvantifieringsgränsen för instrumenten.

Detta innebär att 39 båtar (20%) hade fler än två tennhalter högre än 100 µg/cm^2 och bör därmed åtgärdas enligt Transportstyrelsens regler (TSS 2025-1680).

Koppar

Av de 193 mätta båtarna hade 144 båtar (74%) medelvärden lägre än 1000 µg/cm^2. Nio båtar (4,7%) hade flera mätvärden över 1000 µg/cm^2 och ett medelvärde av koppar på över 4000 µg/cm^2. Resterande 70 båtar (36%) hade flera mätvärden över 1000 µg/cm^2 och medelvärden som låg mellan 1000 µg/cm^2 och 4000 µg/cm^2. Ett lager av en godkänd ostkustfärg motsvarar ca 1000 µg koppar/cm^2 och ett lager av en godkänd västkustfärg motsvarar ca 4000 µg koppar/cm^2.

Bly

På 29 av båtarna (15%) uppmättes bly. Av dessa vara fyra träbåtar som förmodligen har behandlats med blymönja vilket är vanligt på äldre träbåtar. De övriga 25 båtar hade troligen gult, orange eller rött skrov. Några syntes detta på medan andra båtar var övermålade med någon annan färg. Tidigare tillsattes blypigment till gelcoaten för att fram gul, orange eller röda skrov. Detta är troligen orsaken till blyförekomsten hos dessa båtar. Detta bly lär inte läcka ut till omgivningen men bör tas om hand den dagen båten ska skrotas.

4.3 Regler för bottenfärger

Det är olika regler som gäller för vilka bottenfärger som är tillåtna i olika vattenområden. Alla biocidfärger som säljs i Sverige måste ha genomgått en godkännandeprocess från Kemikalieinspektionen (KEMI). Läs mer om regler för bottenfärger till fritidsbåtar på https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/sjofart/tran-044-broschyr-batbottenfarg-a5-webb.pdf

5. SLUTORD

Idag finns nationellt riktvärden för tenn på båtskrov som Transsportstyrelsen publicerade i juni 2025 (Regler om båtbottenfärg - Transportstyrelsen). Stockholms stad har dessutom tagit fram rådgivande referensvärden för plastbåtar och halter av tenn och koppar i sötvatten (https://tillstand.stockholm/batklubbar/). Intill det finns nationella regler på plats är det de lokala myndigheterna som beslutar om vad som ska gälla.

Vid en sanering är det viktigt att iaktta stor försiktighet både för att skydda sig själv och den omgivande miljön. I september 2021 kom Transportstyrelsen ut med en rapport, TSS 2021-3499, med titeln ”Rekommendationer till båtägare, båtklubbar och andra verksamhetsutövare: Sanering av bottenfärg som innehåller TBT eller andra farliga ämnen från fritidsbåtskrov” som finns att ladda ner Rekommendationer till båtägare, båtklubbar och andra verksamhetsutövare (transportstyrelsen.se)

Trosa
2026-10-30

Britta och Göran Eklund, HappyBoat AB

6. REFERENSER

Eklund, B., Elfström, M., Borg, H. (2008). TBT originates from pleasure boats in Sweden in spite of firm restrictions. Open Environmental Sciences, 2, 124-132.

Eklund, B., Elfström, M., Gallego, I., Bengtsson, B-E., Breitholtz, M. (2010) Biological and chemical characterization of harbour sediments from the Stockholm area. Soil and Sediment Pollution, 10 (1), 127-141.

Eklund, B., Eklund, D. (2014a) Pleasure boat yard soils are often highly contaminated. Environmental management. Volume 53, Issue 5 (2014), Page 930-946. http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s00267-014-0249-3

Eklund, B., Johansson, L., Ytreberg, E. (2014b) Characterization and risk assessment of a boatyard for pleasure boats. Journal of soil and sediments. Volume 14, Issue 5 (2014), Page 955-967. http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s11368-013-0828-6

Eklund, B., Ytreberg E 2016. Enkelt att mäta gifter på båtskrov. Havsutsikt 2016 nummer 1.

Eklund, B., Watermann, B. 2018. Persistence of TBT, and copper in excess on leisure boat hulls around the Baltic Sea. Environmental Science and Pollution Research, 25:14595–14605 https://doi.org/10.1007/s11356-018-1614-1 https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs11356-018-1614-1.pdf

Lagerström, M., Norling, M., Eklund, B. 2016. Metal contamination at recreational boatyards linked to the use of antifouling paints – investigation of soil and sediment with a field portable XRF. Environmental Science and Pollution Research. Volume 23, Issue 10, pp 10146 10157 http://link.springer.com/article/10.1007/s11356-016-6241-0

Lagerström, M., Strand, J., Eklund, B., Ytreberg, E. 2017. Organotin speciation in historic layers of antifouling paint on leisure boat hulls. Environmental Pollution, 220, 1333-1341. http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749116320413

Lagerström, M., Yngsell, D., Eklund, B., Ytreberg, E. 2019. Identification of commercial and recreational vessels coated with banned organotin paint through screening of tin with portable XRF. Journal of Hazardous Materials, 362, 107-114.

Stockholm Stads miljöförvaltning 2019. Miljöförvaltningens rådgivande referensvärden för utfasning av biocider på båtskrov. April 2019.

TSS 2025-1680 Kompletternade upplysningar TOF 250514 Detektering och mätning av tennorganiska föreningar på båtskrov.

Ytreberg, E., Lundgren, L., Bighiu, M A, Eklund, B. 2015 New analytical application for metal determination in antifouling paints. Talanta, 143, 121-126.

Ytreberg, E., Bighiu, M. A., Lundgren, L, Eklund, B. 2016. XRF measurements of tin, copper and zinc in antifouling paints coated on leisure boats. Environmental Pollution, Vol 213, 594-599.

Ytreberg, E., Lagerström., M., Yngsell, D., Eklund, B. 2017. Förekomst av förbjuden tennfärg på fartyg och fritidsbåtskrov – utveckling av XRF-metod för mätning av tenn och förslag på riktvärde. Rapport till Transportstyrelsen (Anslag TSA 2016-98), December 2017, 37 p.

Ytterligare rapporter och vetenskapliga artiklar kan laddas ner från Happy Boats hemsida www.happyboat.se/referenser