



Happy Boat

GIFTFRI BOTTEN - FRISKARE HAV

Happy Boat rapportnummer 18-14

Bestämning av tenn, koppar, zink, och bly på båtbottnar hos Reimers Båtsällskap

Britta och Göran Eklund

2018-04-28

Betalningsmottagare

Happy Boat AB

Lundagatan 11

619 34 Trosa

www.happyboat.se

Telefon

073-6600011

E-postadress

britta eklund@happyboat.se

goran eklund@happyboat.se

Bankgiro

164-9342

Organisationsnummer

559066-0238

Godkänd för F-skatt

1. UPPDRAGET

Stockholm stad har anlitat Happy Boat AB för att utföra mätningar av halten koppar, zink, tenn och bly på båtbottnar inom Reimers Båtsällskap. Mätningen utfördes med röntgenfluorescens teknik (XRF) där halten metall mäts i $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Metodiken finns beskriven i en vetenskaplig artikel (Ytreberg et al 2015).

Innehåll:

1. UPPDRAGET	3
2. INLEDNING.....	4
2.1 Regler för båtar i sötvatten	4
3. METOD	5
3.1 Jämförelsedata	6
4. RESULTAT av XRF-MÄTNINGAR.....	6
4.1 Resultat för plastbåtar	6
4.1.1 Kopparhalter på plastbåtar	7
4.1.2 Zinkhalter på plastbåtar	7
4.1.3 Tennhalter på plastbåtar	8
4.1.4 Blyhalter på plastbåtar.....	9
4.1.5 Plastbåtar utan metaller på skrovbotten (skrovrena båtar).....	9
4.2 Resultat för träbåtar	9
4.3 Resultat för metallbåtar	12
5. AVSLUTSORD	12
6. REFERENSER	13

Bilaga

Bilaga A – Resultat från båtskrovmätningarna

2. INLEDNING

Flera undersökningar av båthamnar och båtuppläggningsplatser i Sverige har påvisat höga halter av ämnen som härrör från användningen av båtbottnfärger (Eklund et al., 2008, 2010, 2014ab, 2016, Eklund och Eklund 2012, Lagerström et al., 2016). Mätningarna på jord från båtuppläggningsplatser visar att halterna av farliga metaller ofta långt överskrider gällande riktvärden för både känslig (KM) och mindre känslig markanvändning (MKM) (Naturvårdsverket 2016). Det är troligt att mycket av det som ansamlas på marken i samband med underhåll av båtar kan komma sköljas ut i angränsande vattenområden med regnvatten. Anledningen till att mäta halten metaller på båtskrov är att ta reda på hur mycket farliga metaller som finns på båtskroven. Det är av särskilt intresse att undersöka om det finns rester av tennorganisk bottenfärg samt färger innehållande koppar, zink och bly på båtar som används i Mälaren.

Tenn ingår i alla tennorganiska föreningar. Den vanligast tennorganiska föreningen som använts i bottenfärger är TBT (tributyltenn). TBT har kraftigt hormonstörande egenskaper och har därför varit förbjuden i bottenfärger för fritidsbåtar sedan 1989 inom EU. Enligt Vattendirektivet (2000/60/EG) är de tennorganiska föreningar prioriterade och ska fasas ut så snabbt som möjligt. Även om de tennorganiska bottenfärgerna har varit förbjudna länge så kan de finnas kvar i underliggande färglager.

Koppar är giftigt både för växter och djur och senare tids forskning visar negativa effekter i låga koncentrationer som t.ex. att laxfiskar inte kan hitta tillbaka till sina reproduktionsområden. Alger och andra vattenlevande organismer påverkas negativt vid halter som uppmäts i småbåtshamnar. I allmänhet är biotillgängligheten för koppar högre för organismer i sötvatten än i saltare vatten och giftigheten blir därmed högre. Koppar ingår i många vanliga ost- och västkustfärger i varierande mängd.

Zink är liksom koppar giftigt för vattenlevande organismer som alger och kräftdjur. Zink ingår i de flesta bottenfärger på grund av sin egenskap att reglera läckagehastigheter av andra ämnen såsom koppar. Zink ingår ofta som komponent i både ost- och västkustfärger.

Bly kan bl.a. påverka utvecklingen av hjärnan negativt. Användningen av bly har därför begränsats i olika omgångar. Det förekommer dock fortfarande, framför allt hos äldre träbåtar, som har målats med blyhaltig färg.

2.1 Regler för båtar i sötvatten

Alla biocidfärger som säljs i Sverige måste ha genomgått en godkännandeprocess från Kemikalieinspektionen (KEMI). För insjöar, däribland Mälaren, finns det inga godkända biocidfärger, dvs. färger innehållande bekämpningsmedel.

Trots detta förekommer det båtar som har kvar rester av gammal bottenfärg eller som är påmålade med färger innehållande biocider. Inga kopparbaserade färger är heller godkända för användning i sötvatten i Storbritannien, Nederländerna och Danmark.

Mer information om gällande regelverk för båtbottnfärger, miljö- och hälsoeffekter av kemikalier som används inom båtlivet och hur båtklubbar kan bidra till ett hållbart båtliv, finns på www.stockholm.se/batklubbar

3. METOD

Båtskrovsmätning på båtar uppställda på Reimers Båtsällskaps uppställningsplats på Långholmen utfördes den 29 mars av Happy Boat AB (www.happyboat.se). Under mätningen fanns funktionärer från klubben till hands.

Mätningen utfördes med ett handhållet röntgenfluorescensinstrument som är särskilt kalibrerat 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 är en stark indikation på att det finns kvar rester av gammal tennorganisk färg på båtbottnen (Lagerström 2016), förmodligen i inre färglager.

För att få tillförlitliga medelvärden har varje båt i undersökningen mätts på 8 platser på undervattenskroppen. Mätningar 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 rodet (babord akter/roder och styrbord akter/roder). I samtliga fall har mätningarna utförts cirka 10-20 cm under vattenlinjen och väl ovanför kölen (Figur 1). Vid avvikelser från normal mätningstrategi, t ex beroende på att någon del av båten varit otillgänglig för mätning, noteras detta i resultatrapporten för aktuell båt. Vissa snipor har haft metallroder som vi inte har mätt på utan istället valt att mäta längst bak i aktern på båten eller på drevstocken.



Figur 1. Mätpunkter på båtar mätta av Happy Boat AB. Mätningar utfördes 10-20 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 rodet). Om det var motorbåtar mättes på aktern istället för roder.

XRF-metodiken är kalibrerad för mätning av koppar, zink och tenn på plastbåtskrov. Det är en screeningmetod där signalen för olika element avtar ju tjockare lager färg man har. Tenn är den metall som ger säkrast signal även vid många färglager. Vid tjocka färglager kan metoden ge en underskattning av metallerna.

Även bly kan detekteras med instrumentet, dock med lägre precision. I föreliggande undersökning har blyhalterna graderats efter en fyrgradig skala. Värden under $100 \mu\text{g bly/cm}^2$, halter mellan 100 och $999 \mu\text{g bly/cm}^2$, halter mellan $1000 \mu\text{g bly/cm}^2$ och $10000 \mu\text{g}$

bly/cm², samt halter högre än 10000 µg bly/cm². I gula, brandgula och röda båtar kan bly ingå i färgpigmentet i gelcoaten.

Kvantifieringsgränsen för tenn är 50 µg/cm² och för koppar, zink och bly 100 µg/cm².

3.1 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/cm² och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 1100 µg koppar/cm².

När det gäller zink så motsvarar ett nymålat färglager av en vanlig västkustfärg ca 1 600 µg zink/cm² och ett lager av Östersjöfärg motsvarar ca 2000 µg zink/cm².

Ett lager av två olika tennfärger gav värden med XRF-metodiken på 300 respektive 800 µg tenn/cm².

För att kunna jämföra era resultat med vad som har uppmätts på andra båtar har Happy Boat sammanställt medelvärden från de ca 2000 mätningar som har utförts i Sverige. Fördelningen av medelvärden av 6-8 mätningar per båt presenteras i tabell 1. Värden är uttryckta i µg/cm². Tidigare publicerade resultat från XRF-undersökningar utförda i Sverige finns i Ytreberg et al. (2016).

Tabell 1. Fördelningen hos medelvärden (6-8 mätvärden per båt) av nästan 2000 mätningar i Sverige. Värden är uttryckta i µg metall/cm².

Metall	25 %	25 %	25 %	15 %	10 %
Koppar	< 400	400-1900	1900-4000	4000-9000	>9000
Zink	< 300	300-2000	2000-4500	4500-8000	>8000
Tenn	På 75 % av båtarna uppmättes inget tenn			50-140	>140

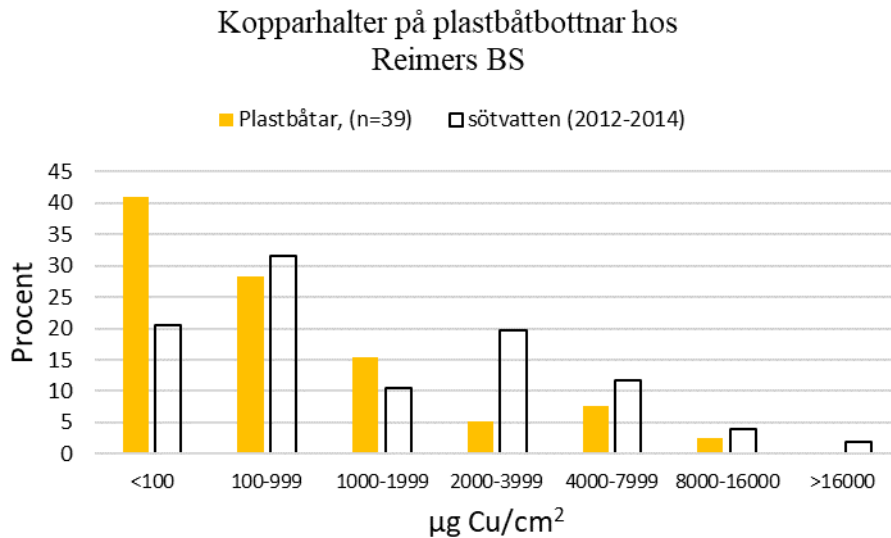
4. RESULTAT AV XRF-MÄTNINGAR

Totalt mättes 46 båtar varav 39 var av plast, fem var träbåtar och två var gjorda av aluminium. Samtliga resultat för varje båt redovisas i Bilaga A. Dessutom har medelvärden för alla mätdata per båt beräknats och dessa finns också redovisade i Bilaga A. Varje båt hade märkts med ett identitetsnummer. Eftersom mätmetoden är kalibrerad mot en plastbakgrund är värdena för trä- och metallbåtar något överskattade (se nedan).

4.1 Resultat för plastbåtar

Fördelningen av medelvärdena för de 39 plastbåtarna inom klubben för metallerna koppar, zink, tenn och bly visas i Figur 2, Figur 3, Figur 4 och Figur 5.

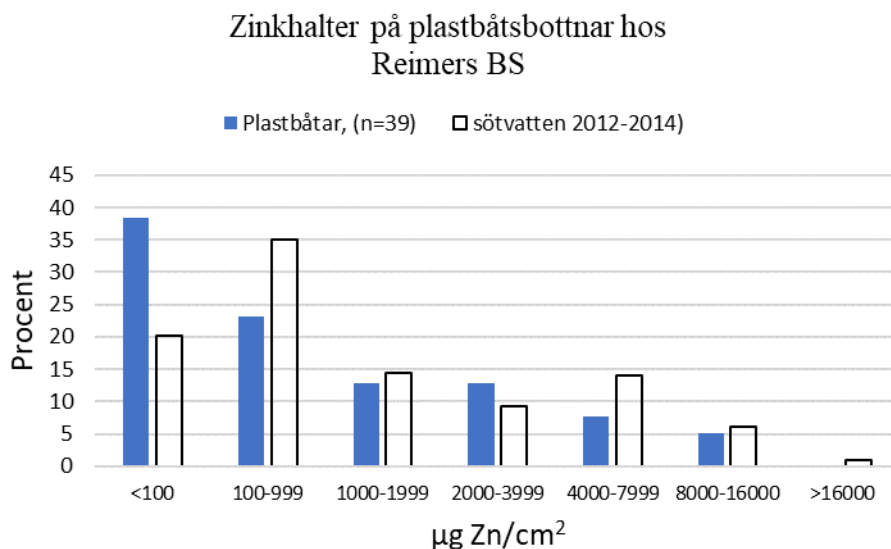
4.1.1 Kopparhalter på plastbåtar



Figur 2. Fördelningen i procent av kopparhalter på plastbåtskrov uppställda på Reimers Båtsällskaps uppställningsplats i jämförelse med tidigare data från 2012-2014 båtar i sötvatten (Ytreberg et al 2016). Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med västkustfärg motsvarar ca 4000 µg koppar/cm² och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 1100 µg koppar/cm².

Av de 39 mätta plastbåtarna hade 12 stycken (31 %) högre kopparhalter än 1000 µg Cu/cm² och fyra båtar (10%) hade högre halter än 4000 µg Cu/cm². Maxmedelvärdet på en båt var 9 000 µg Cu/cm². Sexton av båtarna (41 %) hade medelvärdeshalter under kvantifieringsgränsen 100 µg Cu/cm² på sina båtbottnar.

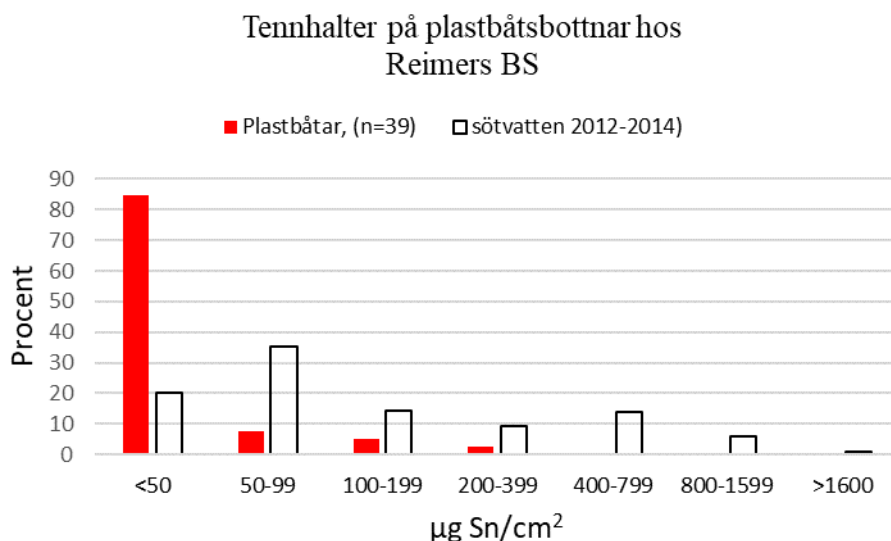
4.1.2 Zinkhalter på plastbåtar



Figur 3. Fördelningen i procent av zinkhalter på plastbåtskrov uppställda på Reimers Båtsällskaps uppställningsplats i jämförelse med tidigare data från 2012-2014 båtar i sötvatten (Ytreberg et al 2016). Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med en västkustfärg motsvarar ca 1600 µg zink/cm² och en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 2000 µg zink/cm².

Av de 39 mätta plastbåtarna hade tio stycken (25,6 %) högre zinkhalter än 2000 $\mu\text{g Zn/cm}^2$. Maxmedelvärdet var 9 100 $\mu\text{g Zn/cm}^2$. Medelvärdet på 15 av båtskroven (38,5 %) var under kvantifieringsgränsen 100 $\mu\text{g Zn/cm}^2$.

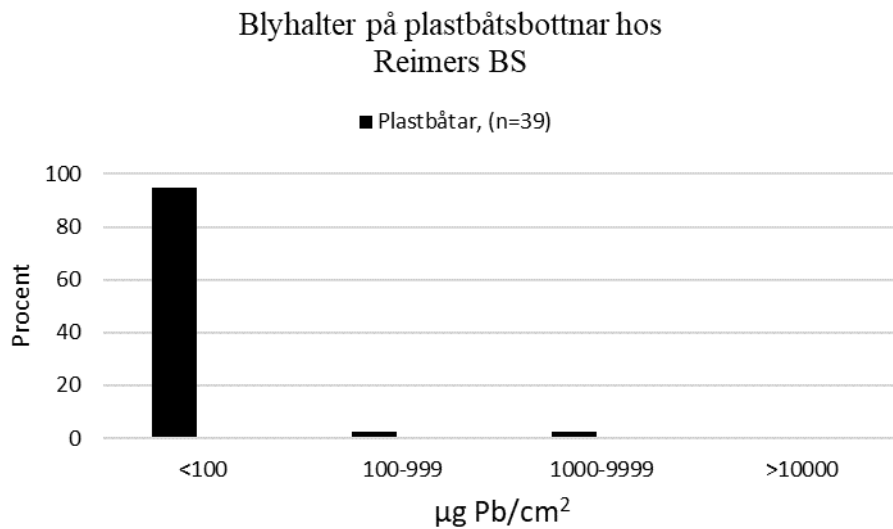
4.1.3 Tennhalter på plastbåtar



Figur 4. Fördelningen i procent av tennhalter på plastbåtskrov hos båtar uppställda på Reimers Båtsällskaps uppställningsplats i jämförelse med tidigare data från 2012-2014 båtar i sötvatten (Ytreberg et al 2016). Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med två olika TBT-färger gav värden på 300 respektive 800 $\mu\text{g tenn/cm}^2$.

Av de 39 mätta plastbåtarna hade tre båtar (7,7%) högre halt än 100 $\mu\text{g Sn/cm}^2$. Maxmedelvärdet var 260 $\mu\text{g Sn/cm}^2$. Medelvärdet på 33 av båtskroven (895 %) var under kvantifieringsgränsen på 50 $\mu\text{g Sn/cm}^2$.

4.1.4 Blyhalter på plastbåtar



Figur 5. Fördelningen i procent av blyhalter på plastbåtskrov hos båtar uppställda på Reimers Båtsällskaps uppställningsplats. Det finns inga tillgängliga publicerade data på blyförekomst från tidigare undersökningar.

Bland de 39 mätta plastbåtarna hade 37 av båtarna (95 %) lägre blyhalter än kvantifieringsgränsen 100 µg Pb/cm² och endast två stycken (5 %) som hade blyhalter med medelvärden högre än 100 µg Pb/cm². Den med högst medelvärde på 1100 µg Pb/cm² var orange och blyhalten kommer troligen från att blykromat har tillsatts gelcoaten. Den andra båten var vit och möjligen är det en övermålad gul/orange båt.

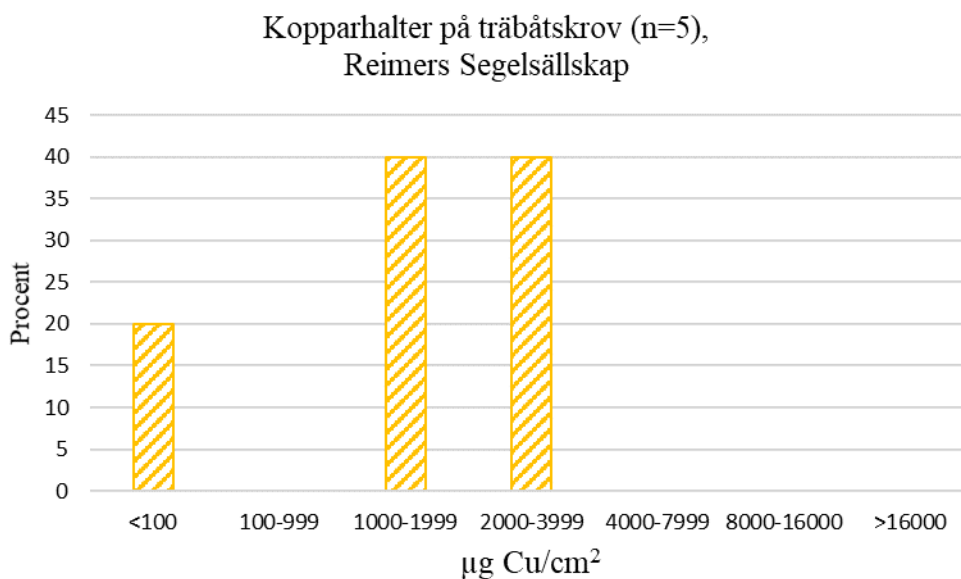
4.1.5 Plastbåtar utan metaller på skrovbotten (skrovrena båtar)

Det fanns totalt elva båtar (28 %) bland de mätta plastbåtarna där inga av de mätta metallerna kunde detekteras över kvantifieringsgränsen. Dessutom fanns en båt med 100 µg Zn/cm² och en orange båt som endast hade bly i gelcoaten.

4.2 Resultat för träbåtar

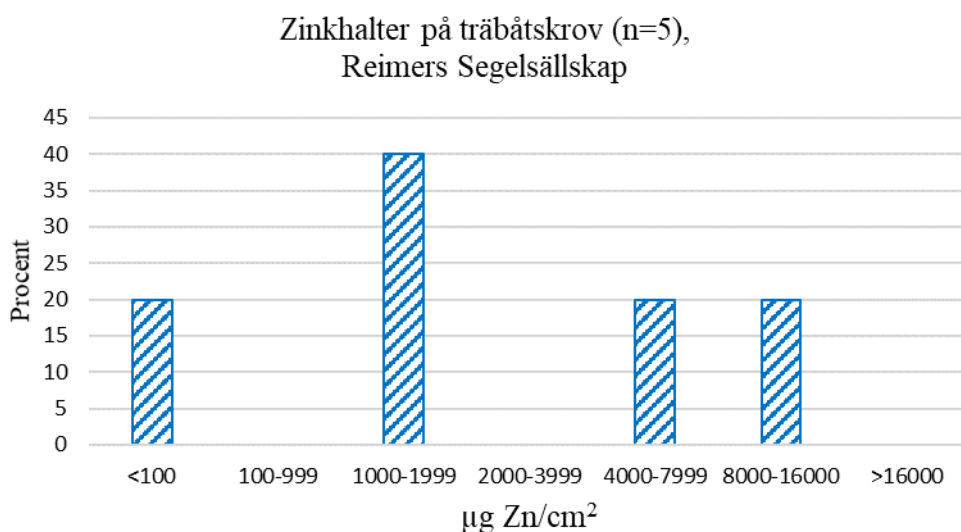
Det mättes fem stycken träbåtar tillhörande Lillsjönäs Båtsällskap. Mätmetoden är kalibrerad för plastbåtar och har därmed inte samma tillförlitlighet för träbåtar. Högre värden för en metall hos en träbåt ger dock en indikation om metallinnehållet på skrovbotten. Vi har gjort kontrollmätningar med olika träslag som bakgrund och ek och mahogny ger liknande värden som med plastbakgrund för tenn men vid mätning på en furubåt så överskattas värdet med ca 20 %. För koppar och zink överskattas värdet med ca 15 % för en ekbåt medan värdet på en furubåt är överskattat med mellan 20 och 30 %.

Antal båtar och den procentuella fördelningen av medelvärden av koppar, zink och bly visas för träbåtarna i Figur 6, Figur 7 och Figur 8.



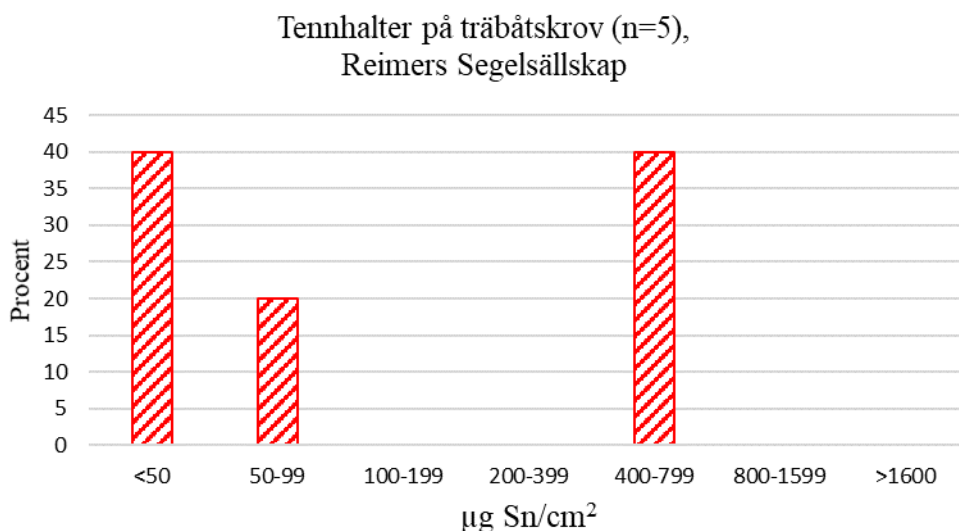
Figur 6. Fördelningen i procent av kopparhalter på träbåtskrov inom Reimers Båtsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med västkustfärg motsvarar ca 4000 µg koppar/cm² och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 1100 µg koppar/cm².

Koppar detekterades på fyra av de fem mätta träbåtarna. Medelvärdena för koppar låg för två av båtarna mellan 1000 och 1999 µg Cu/cm² och de sista två båtarna hade kopparhalter i intervallet 2000 – 3999 µg Cu/cm².



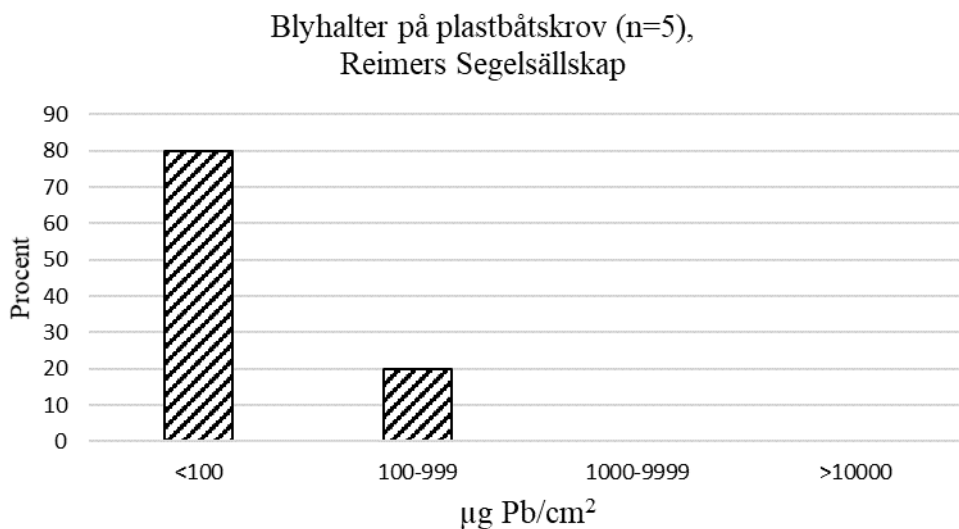
Figur 7. Fördelningen i procent av kopparhalter på träbåtskrov inom Reimers Båtsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med en västkustfärg motsvarar ca 1600 µg zink/cm² och en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 2000 µg zink/cm².

För zink fanns det en båt där mätvärdet låg under kvantifieringsgränsen. Två av träbåtarna hade zinkhalter i intervallet 1000 – 1999 µg Zn/cm², och två låg vardera i högre intervall 4000-7999 respektive 8000-16 00 µg Zn/cm².



Figur 8. Fördelningen i procent av tennhalter på plastbåtskrov hos båtar inom Reimers Båtsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med två olika TBT-färger gav värden på 300 respektive 800 µg tenn/cm².

På två av båtarna uppmättes inget tenn i någon av mätpunkterna. En båt hade tennhalter i intervallet 50-99 µg Sn/cm² och ytterligare två båtar hade högre tennhalter i intervallet 400-790 µg Sn/cm².



Figur 8. Fördelningen i procent av blyhalter på träbåtskrov hos båtar inom Reimers Båtsällskap. Det finns inga tillgängliga publicerade data på blyförekomst från tidigare undersökningar.

När det gäller blyhalter hade fyra av träbåtarna inget bly över kvantifieringsgränsen på 100 µg Pb/cm² och den resterande båten hade medelvärden i intervallet 100-999 µg Pb/cm².

4.3 Resultat för metallbåtar

Det fanns två skrovrena aluminiumbåtar bland de mätta båtarna hos Reimers Båtsällskap.

5. AVSLUTSORD

Idag finns det inga nationella riktvärden för vad som ska anses vara höga eller låga halter för de olika metallerna på båtskrov. Det pågår arbete bland nationella myndigheter för att ta fram riktvärden för XRF-värden på båtskrov. Resultaten kan användas som underlag för att utarbeta en handlingsplan för åtgärder inom båtklubben i samarbete med kommunen.

Trosa 2018-04-28

Britta och Göran Eklund
HappyBoat AB

6. REFERENSER

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

Lagerström, M. 2016. Occurrence of antifouling paint biocides from leisure boats in the environment. Licentiate thesis at Department of Environmental Science and Analytical Chemistry, Stockholm University, 2016-06-03.

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.

