



# Happy Boat

GIFTFRI BOTTEN - FRISKARE HAV

Happy Boat rapportnummer 18-12

## Bestämning av tenn, koppar, zink, och bly på båtbottnar hos Årstavikens Segelsällskap

Britta och Göran Eklund

2018-04-29

---

**Betalningsmottagare**

Happy Boat AB  
Lundagatan 11  
619 34 Trosa  
[www.happyboat.se](http://www.happyboat.se)

**Telefon**

073-6600011

**E-postadress**

[britta.eklund@happyboat.se](mailto:britta.eklund@happyboat.se)  
[goran.eklund@happyboat.se](mailto:goran.eklund@happyboat.se)

**Bankgiro**

164-9342

**Organisationsnummer**

559066-0238

Godkänd för F-skatt



# 1. UPPDRAGET

Årstavikens Segelsällskap (ÅSS) har anlitat Happy Boat AB för att utföra mätningar av halten koppar, zink, tenn och bly på båtar som klubben hade valt ut. Mätningen utfördes med röntgenfluorescenssteknik (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
3. METOD .....	4
3.1 Metod – mätning på målat båtskrov .....	5
3.2 Jämförelsedata .....	6
4. RESULTAT av XRF-MÄTNINGAR.....	6
4.1 Resultat plastbåtar.....	7
Fördelningen av medelvärdena för de mätta plastbåtarna inom klubben för metallerna koppar, zink, tenn och bly visas i Figur 2, Figur 3, Figur 4 och Figur 5.....	7
4.1.1 Kopparhalter på plastbåtsbottnar.....	7
4.1.2 Zinkhalter på plastbåtsbottnar .....	8
4.1.3 Tennhalter på plastbåtsbottnar .....	8
4.1.4 Blyhalter på plastbåtsbottnar .....	9
4.2 Resultat träbåtar .....	9
4.2.1 Kopparhalter på träbåtsbottnar .....	10
4.2.2 Zinkhalter på träbåtsbottnar .....	11
4.2.3 Tennhalter på träbåtsbottnar .....	11
4.2.4 Blyhalter på träbåtsbottnar .....	12
5. DISKUSSION.....	12
6. REFERENSER .....	14

## 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 som har varit förbjuden sedan 1989.

**Tenn** ingår i alla tennorganiska föreningar. Den vanligaste 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, som blymönja.

## 3. METOD

Båtskrovmätning av ÅSSs båtar utfördes den 16 april 2018 av Happy Boat AB ([www.happyboat.se](http://www.happyboat.se)). Mätningen utfördes med ett handhållet röntgenfluorescens-instrument 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 målade 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 et al. 2016), förmodligen i inre färglager.

### 3.1 Metod – mätning på målat båtskrov

Båtarna låg upplagda på båtclubbens uppläggningsplats på Södermalm vid Årstaviken. Under mätningen fanns tre funktionärer från klubben till hands som hjälpte till och angav båtnummer för respektive båt.

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 rodret (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).



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 rodret). 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. För koppar och zink kan värdet bli underskattat vid många färglager.

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  $10000 \mu\text{g bly/cm}^2$ , samt halter högre än  $10000 \mu\text{g bly/cm}^2$ .

Kvantifieringsgränsen för tenn är  $50 \mu\text{g/cm}^2$  och för koppar, zink och bly  $100 \mu\text{g/cm}^2$ .

### 3.2 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<sup>2</sup> och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 1100 µg koppar/cm<sup>2</sup>.

När det gäller zink så motsvarar ett nymålat färglager av en vanlig västkustfärg ca 1 600 µg zink/cm<sup>2</sup> och ett lager av Östersjöfärg motsvarar ca 2000 µg zink/cm<sup>2</sup>.

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

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/cm<sup>2</sup>. Tidigare publicerade resultat från XRF-undersökningar utförda i Sverige finns i Ytreberg et al. (2016).

Tabell 1. Fördelningen av medelvärden (6-8 mätvärden per båt) för omkring 2000 båtar i Sverige. Värden är uttryckta i µg metall/cm<sup>2</sup>.

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

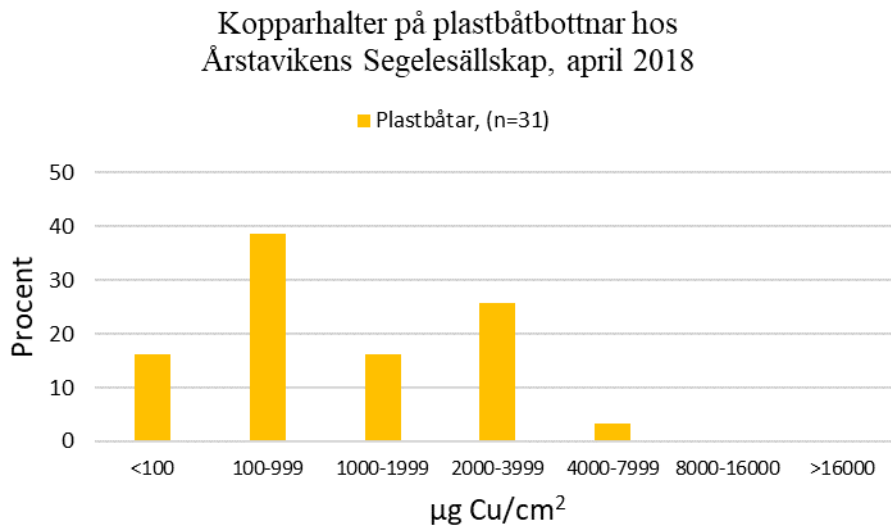
## 4. RESULTAT AV XRF-MÄTNINGAR

Totalt mättes 40 stycken båtar av Happy Boat AB. Av dessa var 31 av plast och nio var träbåtar. Samtliga mätresultat för varje båt redovisas i resultatbilagan. Dessutom har medelvärden för alla mätdata per båt beräknats som också finns redovisade i resultatbilagan. Varje båt hade märkts med ett nummer som identifiering, där klubben vet vem som är ägare.

## 4.1 Resultat plastbåtar

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

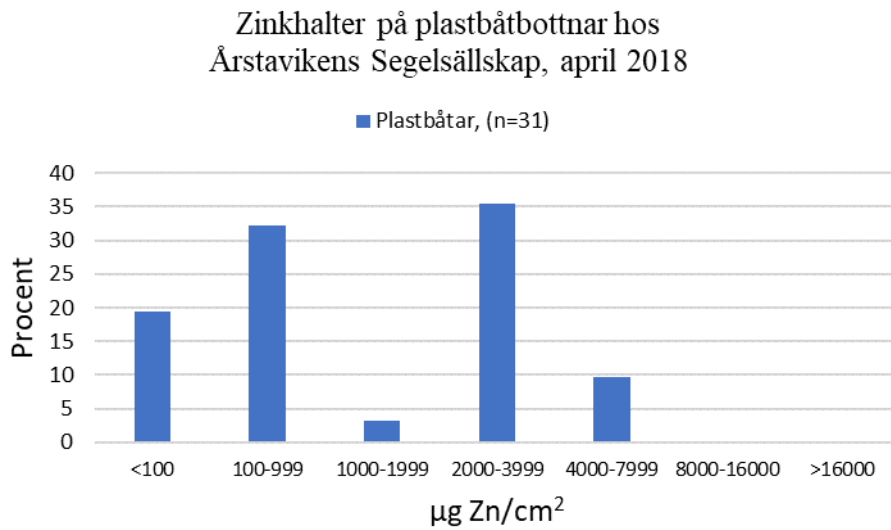
### 4.1.1 Kopparhalter på plastbåtsbottnar



Figur 2. Fördelningen i procent av kopparhalter på plastbåtskrov inom Årstavikens Segelsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med västkustfärg motsvarar ca 4000 µg koppar/cm<sup>2</sup> och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 1100 µg koppar/cm<sup>2</sup>.

Av de 31 mätta plastbåtarna hade 14 stycken (45 %) högre kopparhalter än 1000 µg Cu/cm<sup>2</sup> och maxmedelvärdet bland båtarna var 6 100 µg Cu/cm<sup>2</sup>. Fem av båtarna (16 %) hade en medelvärdeshalt under kvantifieringsgränsen på 100 µg Cu/cm<sup>2</sup>.

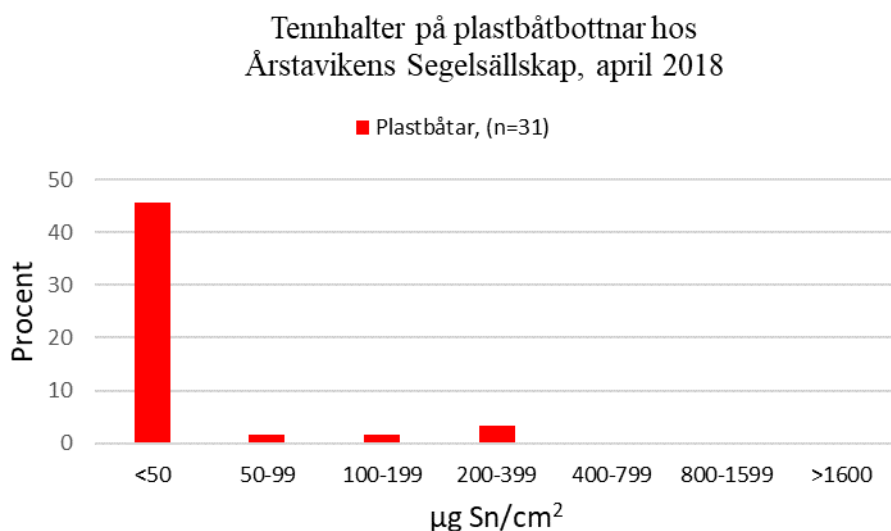
#### 4.1.2 Zinkhalter på plastbåtsbottnar



Figur 3. Fördelningen i procent av zinkhalter på plastbåtskrov inom Årstavikens Segelsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med en västkustfärg motsvarar ca 1600 µg zink/cm<sup>2</sup> och en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 2000 µg zink/cm<sup>2</sup>

Av de 31 mätta plastbåtarna hade 15 stycken (48 %) högre halter än 1000 µg Zn/cm<sup>2</sup> och 14 stycken (45 %) högre zinkhalter än 2000 µg Zn/cm<sup>2</sup>. Sex av båtskroven (19 %) var under kvantifieringsgränsen 100 µg Zn/cm<sup>2</sup>. Maxmedelvärdet för zink var 5 000 µg Zn/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.3 Tennhalter på plastbåtsbottnar



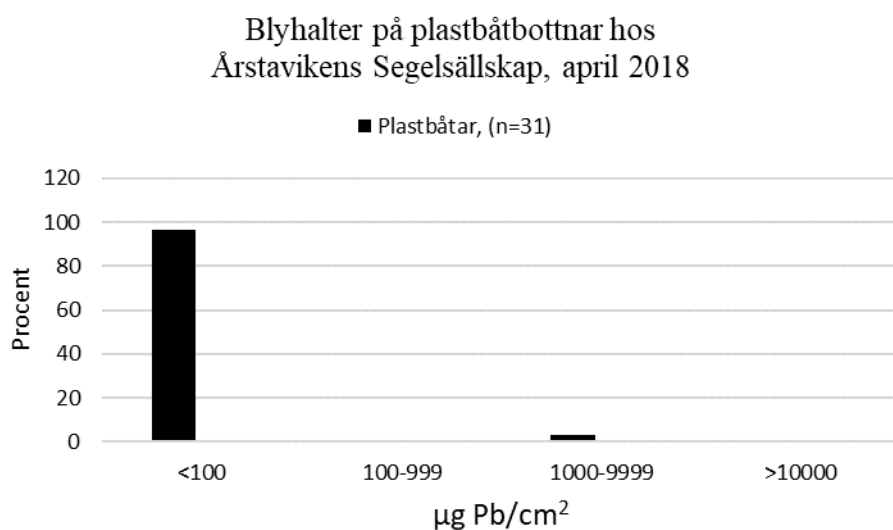
Figur 4. Fördelningen i procent av tennhalter på plastbåtskrov hos båtar inom Årstavikens Segelsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med två olika TBT-färger gav värden på 300 respektive 800 µg tenn/cm<sup>2</sup>.



Av de 31 mätta plastbåtarna hade 3 båtar (9,7 %) högre medelhalter än  $100 \mu\text{g Sn/cm}^2$  och det högsta medelvärdet var  $390 \mu\text{g Sn/cm}^2$ . 27 av båtskroven (87 %) var under kvantifieringsgränsen på  $50 \mu\text{g Sn/cm}^2$  och 28 (90 %) var under  $100 \mu\text{g Sn/cm}^2$ .

Ibland påträffas tenn i något förhöjda halter,  $50\text{-}110 \mu\text{g Sn/cm}^2$ , även på nyare båtar. Detta är då korrelerat till höga halter av koppar ( $>10\ 000 \mu\text{g Cu/cm}^2$ ) och beror troligen på att man i koppabaserade färger har använt återvunnen koppar där det kan finnas oorganiskt tenn som förorening.

#### 4.1.4 Blyhalter på plastbåtsbottnar



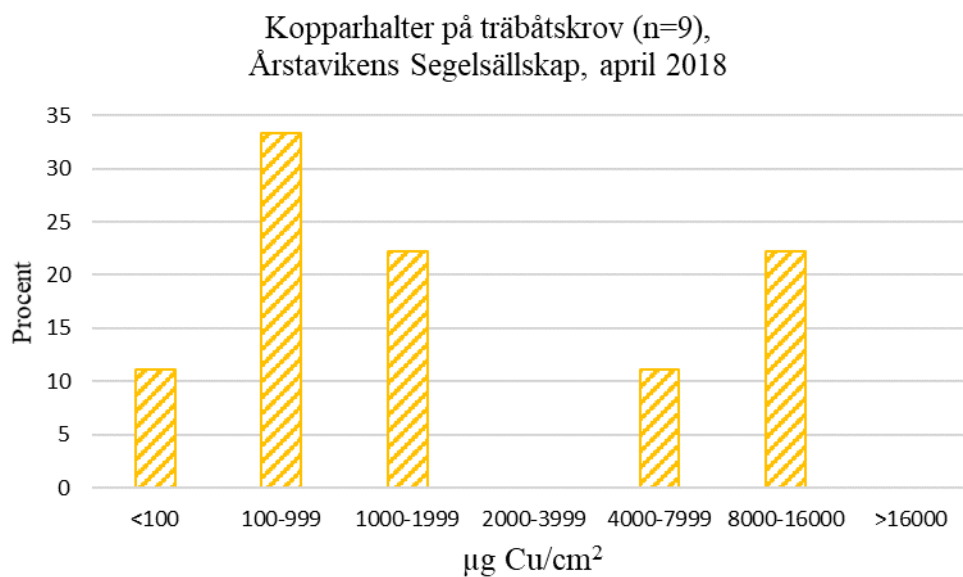
Figur 5. Fördelningen i procent av blyhalter på plastbåtskrov hos båtar inom Årstavikens Segelsällskap.

30 av de mätta plastbåtarna (96,8 %) hade blyhalter under kvantifieringsgränsen  $100 \mu\text{g Pb/cm}^2$ . På en (3,2 %) av plastbåtarna uppmättes ett medelvärde på  $1100 \mu\text{g Pb/cm}^2$ . Båtar som är gula/oranga eller röda kan ha höga blyhalter beroende på att det i gelcoaten har tillsatts blykromat (gul) eller blymolybdat (orange). Denna båt var dock vit men skulle kunna vara en övermålad gul, orange eller röd båt.

## 4.2 Resultat träbåtar

Nio träbåtar mättes hos Årstavikens Segelsällskap. 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. 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 %.

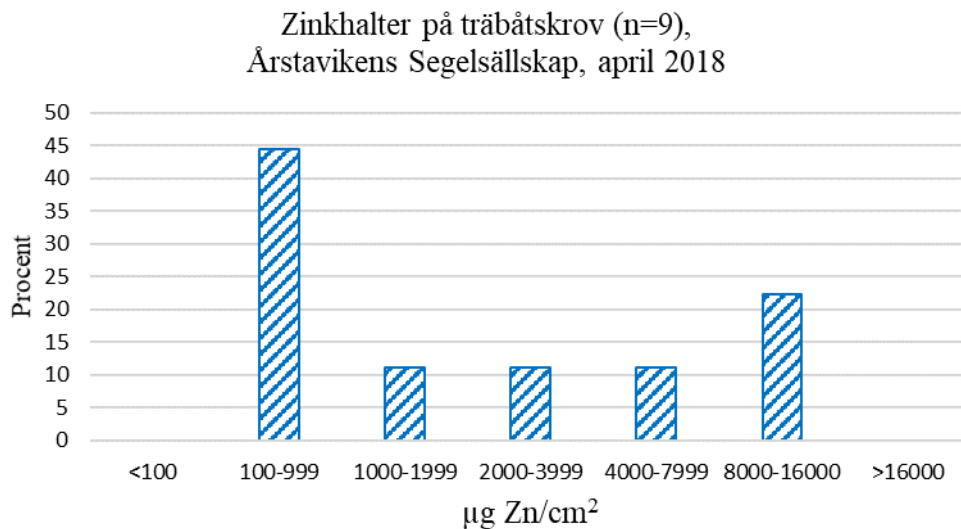
#### 4.2.1 Kopparhalter på träbåtsbottnar



Figur 6. Fördelningen i procent av kopparhalter på träbåtskrov inom Årstavikens Segelsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med västkustfärg motsvarar ca 4000 µg koppar/cm<sup>2</sup> och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 1100 µg koppar/cm<sup>2</sup>.

Fem (55,6 %) av de mätta träbåtarna hade kopparhalter över 1000 µg/cm<sup>2</sup>. Tre (33,3 %) av båtarna hade över 2000 µg Cu/cm<sup>2</sup> och maxmedelvärdet bland träbåtarna var 8 6 00 µg Cu/cm<sup>2</sup>.

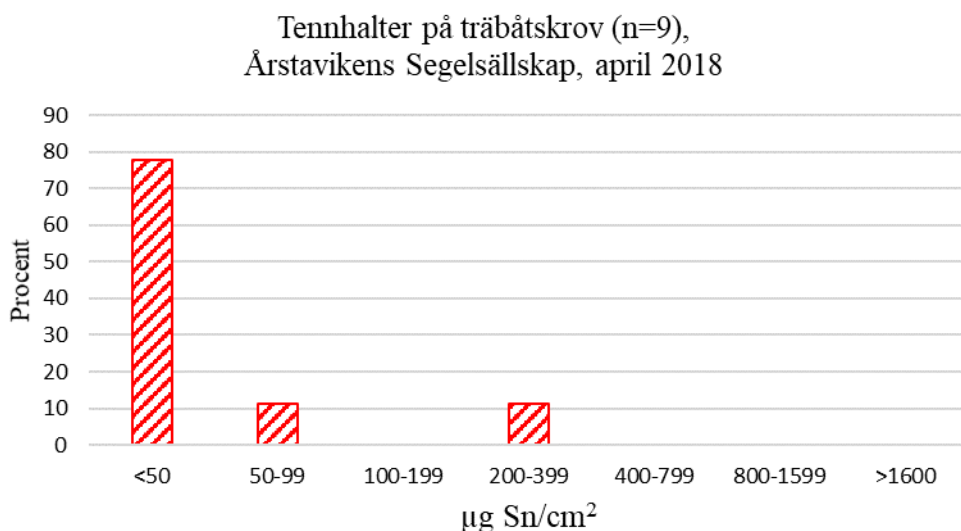
#### 4.2.2 Zinkhalter på träbåtsbottnar



Figur 7. Fördelningen i procent av zinkhalter på träbåtskrov inom Årstavikens Segelsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med en västkustfärg motsvarar ca 1600 µg zink/cm<sup>2</sup> och en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 2000 µg zink/cm<sup>2</sup>

På alla nio mätta träbåtarna uppmättes detekterbara halter av zink. Fyra båtar (44 %) hade ett medelvärde över 2000 µg zink/cm<sup>2</sup>, en låg på 4000 µg zink/cm<sup>2</sup> och två båtar hade mer än 8000 µg zink/cm<sup>2</sup>. Maxmedelvärde var 10 600 µg zink/cm<sup>2</sup>.

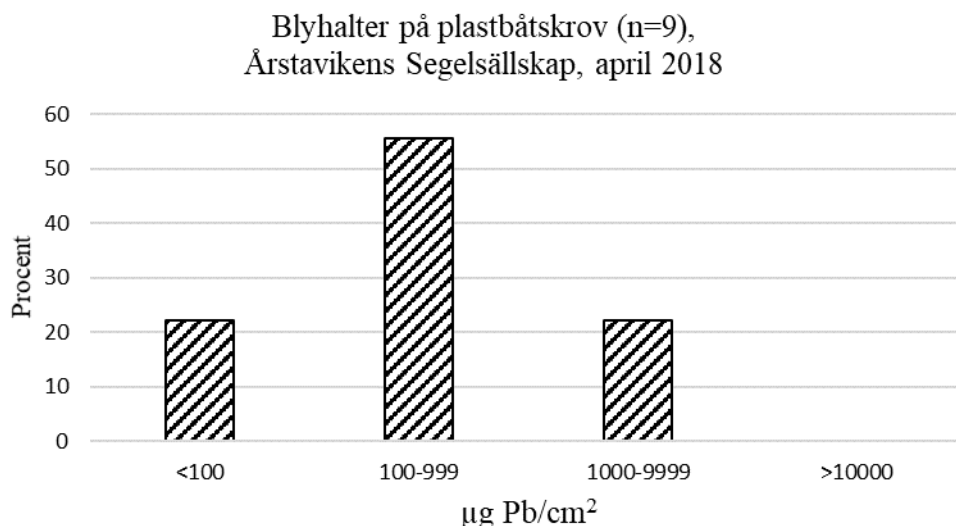
#### 4.2.3 Tennhalter på träbåtsbottnar



Figur 8. Fördelningen i procent av tennhalter på träbåtskrov hos båtar inom Årstavikens Segelsällskap. Som jämförelse kan nämnas att ett nymålat färglager med två olika TBT-färger gav värden på 300 respektive 800 µg tenn/cm<sup>2</sup>.

På sju (77,8 %) av de nio träbåtarna uppmättes inget tenn över kvantifieringsgränsen på 50  $\mu\text{g}$  tenn/ $\text{cm}^2$ . Av de resterande två hade en ett medelvärde på 88 och den andra 280  $\mu\text{g}$  tenn/ $\text{cm}^2$ .

#### 4.2.4 Blyhalter på träbåtsbottnar



Figur 9. Fördelningen i procent av blyhalter på träbåtskrov hos båtar inom Årstavikens Segelsällskap. Det finns inga tillgängliga publicerade data på blyförekomst från tidigare undersökningar.

Två av träbåtarna hade inget detekterbart bly i sin bottenfärg. Fem (55,6 %) av båtarna hade bly i intervallet 100–999  $\mu\text{g}$  bly/ $\text{cm}^2$  och två i intervallet 1000–9999  $\mu\text{g}$  bly/ $\text{cm}^2$ . Båtarna har troligen, liksom de flesta träbåtar, varit behandlade med blymönja som är orsaken till blyhalterna.

## 5. DISKUSSION

Tennorganiska föreningar har varit förbjudet sedan 1989 i Sverige och inom EU och ska i princip ha fasats ut och inte förekomma alls. Med den XRF-teknik som används vid mätning av båtar mäts halten oorganiskt tenn i samtliga lager bottenfärg på båten och utgör en indikation om förekomst av tennorganiska föreningar. Sambandet mellan uppmätt tenn med den kalibrerade XRF-tekniken och förekomst av tennorganiska föreningar har studerats och ett linjärt samband påvisades ( $R^2 = 0,934$ ) (Lagerström et al. 2016).

På en del båtar ligger tennvärdena mellan 50 och 100  $\mu\text{g}$  Sn/ $\text{cm}^2$ . Om det handlar om båtar byggda flera år efter förbudet av tennorganiska färger infördes 1989 är det osannolikt att det finns tennorganiska föreningar på båten. Dessa något förhöjda tennhalter kan istället bero på att den koppar som används i nyare kopparfärger är återvunnen koppar som kan vara förorenad med oorganiskt tenn och därmed ge högre tennsignal. Bland de mätta båtarna hos ÅSS fanns det ingen båt som uppvisade detta mönster.

Idag finns inget riktvärde för vad som ska anses vara högt eller lågt för de olika metallerna. Det pågår arbete bland nationella myndigheter att ta fram riktvärden för XRF-värden på båtskrov. Till dess kan resultaten fungera som ett underlag för att utarbeta en handlingsplan inom klubben eventuellt i samarbete med kommunen.

Det kan noteras att de värden som anges är totalhalten av respektive metall i samtliga bottenfärger som finns på båten. Om det finns ett tjockt färglager på båten så avtar signalen och det blir en underskattning av värdet. Det bör också noteras att om en båt har behandlats med epoxifärg så finns det som regel en viss mängd av zink i epoxin. Detta zink är bundet och läcker enligt färgproducenterna inte ut från färgen.

När det gäller förekomst av zink så har det i de flesta kopparfärger som säljs på marknaden tillsatts zink för att regelera läckagehastigheten av kopparn.

Trosa 2018-04-29

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., Strand, J., Eklund, B., Ytreberg, E. 2017. Organotin speciation in historic layers of antifouling paint on leisure boat hulls. *Environmental Pollution*, 220, 1333-1341.

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.

Ytterligare rapporter och vetenskapliga artiklar kan laddas ner från Happy Boats hemsida [www.happyboat.se](http://www.happyboat.se)

