



Happy Boat

GIFTFRI BOTTEN - FRISKARE HAV

Happy Boat rapport nummer 28

Bestämning av tenn, koppar, zink, och bly på båtbottnar.

Torshälla Segelsällskap

Britta och Göran Eklund

2018-11-07

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

1. UPPDRAGET

Torshälla Segelsällskap har anlitat Happy Boat AB för att utföra mätningar av halten koppar, zink, tenn och bly på båtar vars ägare ville ha mätningen utförd. Kontaktperson har varit Mats Håkansson. Mätningen utfördes med röntgenfluorescensteknik (XRF) där halten metall mäts i $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Innehåll

1. UPPDRAGET	3
2. INLEDNING.....	4
3. METOD	4
3.1 Jämförelsedata	6
4. RESULTAT	6
4.1 Resultat plastbåtar.....	7
4.1.1 Kopparhalter på båtbottnarna	7
4.1.2 Zinkhalter på båtbottnarna	8
4.1.3 Tennhalter på båtbottnarna	8
4.1.4 Blyhalter på båtbottnarna	9
4.2 Resultat träbåtar	10
4.3 Resultat metallbåtar	10
4.4 Resultat skrovrena båtar	11
5. SLUTORD	11
6. REFERENSER	12

Bilaga – 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). Mätningar 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 sköljs 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.

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 bl. a. 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.

3. METOD

Båtskrovmätningar utfördes av Happy Boat AB (www.happyboat.se) den 1 och 2 november 2018. Båtarna låg upplagda på båtklubbens uppläggningsplats vid Torshälla. Under mätningen fanns två funktionärer från klubben till hands som hjälpte till och angav medlemsnummer för respektive båt.

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 åtta 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 10-30 cm under vattenlinjen och väl ovanför kölen (Figur 1). Vid avvikelser från normal mätstrategi, t ex beroende på att någon del av båten varit otillgänglig för mätning, noteras detta i resultatrapporten för aktuell båt. Vissa båtar har haft metallroder som inte har mätts utan då har istället valts att mäta längst bak i aktern av båten eller på drevstocken/skäddan.



Figur 1. Mätpunkter på båtar mätta av Happy Boat AB. Mätningar utfördes 10-30 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 mättes på akterspegeln eller drevstocken.

XRF-metodiken 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 värdena underskattas.

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

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/ cm^2 och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca 1100 μg koppar/ cm^2 .

När det gäller zink så 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 .

För att kunna jämföra resultaten med de som uppmätts på andra båtar har Happy Boat sammanställt medelvärden från ca 2000 mätningar som har utförts i Sverige. Fördelningen av medelvärden per båt presenteras i Tabell 1. Värden är uttryckta i $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. 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/ cm^2 .

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

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

Totalt mättes 166 båtar .av Happy Boat AB. Av dessa var 159 av plast, 4 av trä och 3 var av plåt. Mätresultaten för samtliga resultat för koppar, zink och tenn redovisas för varje båt i resultatbilagan. Dessutom har medelvärden beräknats för alla mätdata per båt som också finns

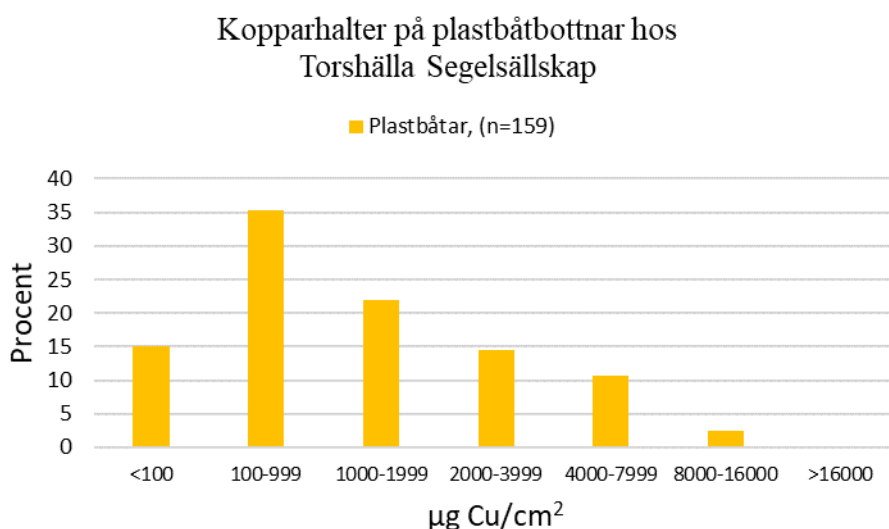
redovisade i resultatbilagan. Bly redovisas endast som medelvärde eftersom det som regel bara är träbåtar som har detekterbart bly på undervattenskroppen. Ibland uppmäts bly på gula, orangea och röda plastbåtar. Blyföreningarna förekommer då troligen som färgpigment i gelcoaten.

Resultatsiffrorna är angivna med två siffrors noggrannhet. Vid beräkning av medelvärden har för värden < LOQ (limit of quantification) halva kvantifieringsgränsen använts, dvs 50 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ för metallerna koppar, zink och 25 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ för tenn. Varje båt hade märkts med ett nummer som identifiering vilket klubben kan koppla till ägaren.

4.1 Resultat plastbåtar

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

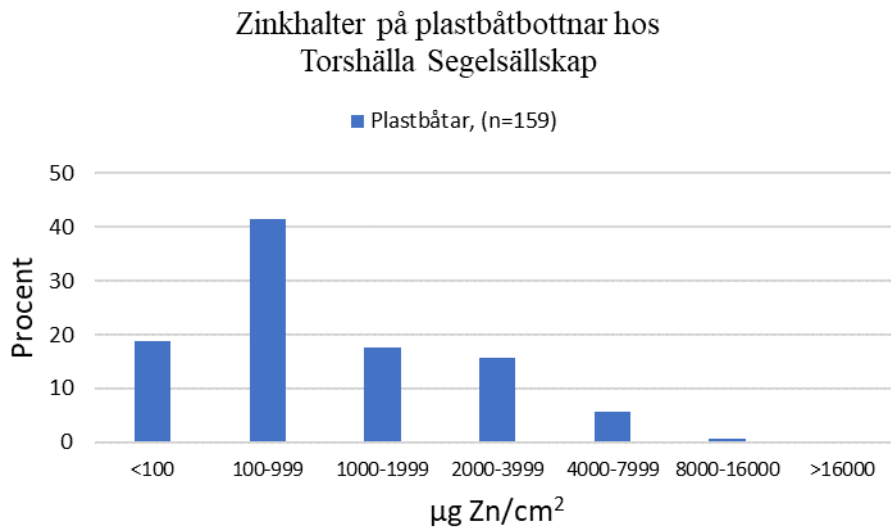
4.1.1 Kopparhalter på båtbottnarna



Figur 2. Fördelningen i procent av kopparhalter på plastbåtskrov inom Torshälla Segelsällskap.

Av de 159 mätta plastbåtarna hade 79 stycken (50 %) högre halt än 1000 $\mu\text{g Cu}/\text{cm}^2$ och av dessa hade 21 stycken (13 %) högre halt än 4000 $\mu\text{g Cu}/\text{cm}^2$. 24 av båtarna (15 %) hade en medelvärdehalt under kvantifieringsgränsen på 100 $\mu\text{g Cu}/\text{cm}^2$.

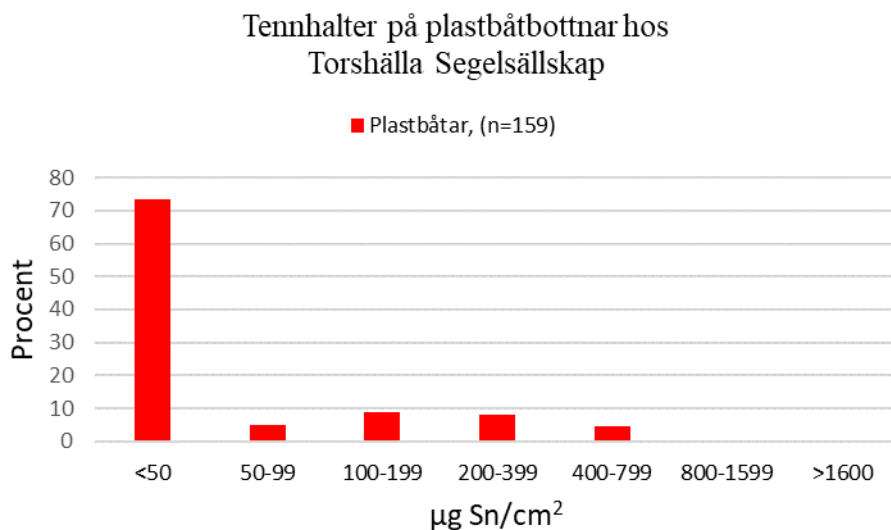
4.1.2 Zinkhalter på båtbottnarna



Figur 3. Fördelningen i procent av zinkhalter på plastbåtskrov inom Torshälla Segelsällskap

Av de 159 mätta plastbåtarna hade 63 stycken (53 %) högre zinkhalter än 1000 $\mu\text{g Zn/cm}^2$ och 35 stycken (22 %) högre zinkhalter än 2000 $\mu\text{g Zn/cm}^2$. Trettio av båtskroven (19 %) hade zinkhalter under kvantifieringsgränsen på 100 $\mu\text{g Zn/cm}^2$.

4.1.3 Tennhalter på båtbottnarna

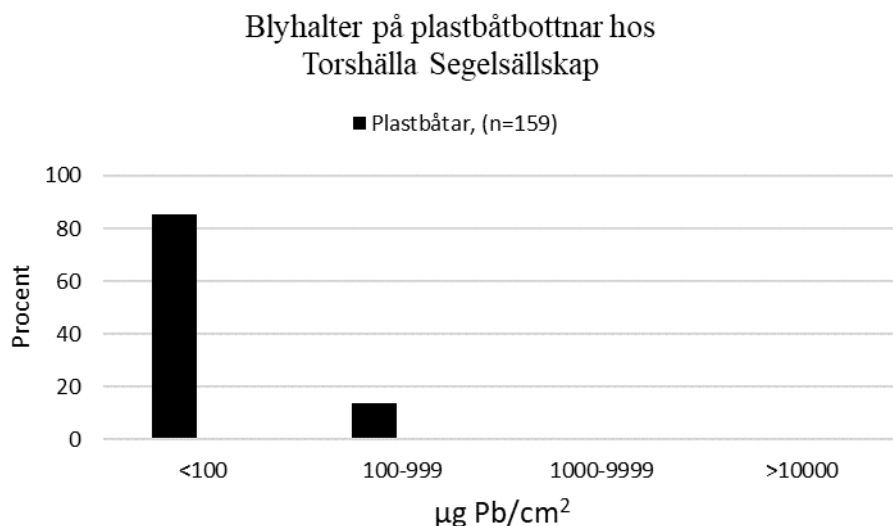


Figur 4. Fördelningen i procent av tennhalter på plastbåtskrov inom Torshälla Segelsällskap.

Av de 159 mätta plastbåtarna hade 34 båtar (21 %) högre medelhalter än $100 \mu\text{g Sn/cm}^2$ och det högsta medelvärdet var $580 \mu\text{g Sn/cm}^2$. Medelvärdet på 117 av båtskroven (74 %) var under kvantifieringsgränsen på $50 \mu\text{g Sn/cm}^2$.

Ibland påträffas tenn i något förhöjda halter, $50\text{-}110 \mu\text{g Sn/cm}^2$, både på äldre och nyare båtar. Om det är korrelerat till höga halter av koppar (mer än $ca 10\,000 \mu\text{g Cu/cm}^2$) kan de förhöjda tennhalterna bero på att man i koppabaserade färger har använt återvunnen koppar där det kan finnas spår av oorganiskt tenn som förorening. Detta gäller förmodligen båten med identitetsnummer F2 som hade höga koppar-halter.

4.1.4 Blyhalter på båtbottnarna



Figur 5. Fördelningen i procent av blyhalter på plastbåtskrov inom Torshälla Segelsällskap.

På 136 stycken av båtarna (86 %) uppmättes medelvärden som var lägre än kvantifieringsgränsen $100 \mu\text{g Pb/cm}^2$.

Sjutton av båtarna (11 %) med högre blyhalter var gula/orangea eller röda och blyhalterna var lika höga eller högre vid mätning på fribordet $\mu\text{g Pb/cm}^2$. Blyet är förmodligen tillsatt i gelcoatfärgen för att ge den önskade skrovfärgen.

Fem av båtarna var vita men hade ändå högre blyhalter. Det skulle kunna handla om båtar varit gula/orangea eller röda i original men blivit ommålade.

4.2 Resultat träbåtar

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. Kontrollmätningar med olika träslag som bakgrund visar att ek och mahogny ger för tenn liknande värden som en plastbakgrund. Däremot 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 %.

I resultattabellen har det inte tagits hänsyn till dessa överskattningar.

En båt hade ett medelvärde för koppar under kvantifieringsgränsen på $100 \mu\text{g Sn/cm}^2$, en låg under 1000, en låg i intervallet mellan 1000 och 2000 och en i intervallet 2000 och $4000 \mu\text{g Cu/cm}^2$.

För zink såg mönstret liknande ut som för koppar med en båt under kvantifieringsgränsen på $100 \mu\text{g Zn/cm}^2$, en i intervallet mellan 100 och 1000, en i intervallet 2000 och 4000 och en hade högre zinkhalt än $8000 \mu\text{g Zn/cm}^2$.

På endast en av träbåtarna uppmättes en tennhalt på mer än $100 \mu\text{g Sn/cm}^2$.

Hos alla fyra mätta träbåtar uppmättes blyhalter, där tre hade halter under $350 \mu\text{g Pb/cm}^2$ och en hade en medelvärdehalt på $2200 \mu\text{g Pb/cm}^2$.

4.3 Resultat metallbåtar

Mätmetoden som vi har använt är kalibrerad för plastbåtar och har därmed inte samma tillförlitlighet för båtar byggda av annat material. Högre värden för koppar, zink och tenn eller bly på skrovbotten av plåt- eller aluminiumbåta ger dock en indikation om metallinnehållet i bottenfärgen. Vid kontrollmätningar med järn som bakgrund blir det en överskattning med ca 80 % för koppar och zink och för tenn en överskattning med ca 60 %. För bly har inga sådana jämförande mätningar utförts.

Det fanns tre båtar av plåt som mättes hos Torshälla Segelsällskap.

För koppar låg en båt under kvantifieringsgränsen på $100 \mu\text{g Cu/cm}^2$, en låg under 1000 och en låg i intervallet 2000 och $4000 \mu\text{g Cu/cm}^2$.

För zink hade en båt medelvärdehalt 2000 och 4000, en i intervallet mellan 4000 och 8000 och en hade högre zinkhalt än $8000 \mu\text{g Zn/cm}^2$.

På en av plåtbåtarna uppmättes en tennhalt på mer än $100 \mu\text{g Sn/cm}^2$.

På en av plåtbåtarna uppmättes en blyhalt i intervallet 100 och $1000 \mu\text{g Pb/cm}^2$.

4.4 Resultat skrovrena båtar

Av de totalt 159 båtar som mättes hos Torshälla Segelklubb fanns det bland plastbåtarna elva stycken (7 %) där inga metaller över kvantifieringsgränsen kunde mätas. Dessutom hade två gula båtar inga koppar, zink eller tenn utan endast bly som troligen är från gelcoatfärgen. På en båt fanns endast en låg halt av koppar med ett medelvärde på 140 µg /cm²

5. SLUTORD

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.

Trosa 2018-11-07

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.

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