



Happy Boat

GIFTFRI BOTTEN - FRISKARE HAV

Happy Boat rapport nummer 23-271

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

Torshälla Motorbåtsklubb

Britta och Göran Eklund

2023-11-17

Betalningsmottagare

Happy Boat AB

Lundagatan 11

619 34 Trosa

www.happyboat.se

Telefon

073-6600011

E-postadress

britta.eklund@happyboat.se

Bankgiro

164-9342

Organisationsnummer

559066-0238

Godkänd för F-skatt

1. INLEDNING

Torshälla Motorbåtsklubb har anlitat Happy Boat AB för att utföra mätningar av halten koppar, zink, tenn och bly i bottenfärgen på några av deras båtar. Mätningen utfördes med röntgenfluorescens teknik (XRF) där halten metall mäts i $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. 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 metallbåtar	5
4. DISKUSSION.....	5
4.1 Metaller i bottenfärger och variationer	5
4.2 Regler för bottenfärger	5
5. SLUTORD	6
6. REFERENSER	7

Bilagor –

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

2. METOD

Båtskrovmätningar utfördes av Happy Boat AB (www.happyboat.se) 2023-11-10 på båtklubbens vinteruppläggningsplats intill Mälaren vid Torshälla på uppdrag av klubbens miljöombud Andreas Gerhardsen. Han och några båtägare var på plats vid mätningen och pekade ut båtarna som skulle mätas. Varje båt hade ett nummer som har använts som identitetsnummer i resultatbilagan. Identiteterna kan endast båtklubben härleda till de enskilda båtägarna.

2.1 Mätmetodik

Mätningen utfördes med två handhållna röntgenfluorescensinstrument (SciAps X300) 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 i halter högre än $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ är en stark indikation på att det finns kvar rester av gammal tennorganisk färg på båtbottnen (Lagerström et al. 2017, Ytreberg et al 2017,) förmodligen i inre färglager.

Varje båt har 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). Ifall tenn detekterats över $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ på ett eller ett par mätpunkter gjordes hela mätningen om på samtliga åtta mätområden så att det totalt blir 16 mätpunkter att basera beslut på. 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. Vissa båtar har haft metallroder som inte har mätts utan då har i stället 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 10-40 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. 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 $50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ och för koppar, zink och bly $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

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 $4\,000 \mu\text{g koppar}/\text{cm}^2$ och ett lager av en vanlig Östersjöfärg motsvarar ca $1\,100 \mu\text{g koppar}/\text{cm}^2$.

När det gäller zink så motsvarar ett nymålat färglager av en vanlig västkustfärg ca $1\,600 \mu\text{g zink}/\text{cm}^2$ och ett lager av Östersjöfärg motsvarar ca $2\,000 \mu\text{g zink}/\text{cm}^2$.

Ett lager av två olika tennfärger gav värden med XRF-metodiken på 300 respektive $800 \mu\text{g tenn}/\text{cm}^2$.

3. RESULTAT

Happy Boats instrument har kvalitetsäkrats av Chalmers Tekniska Högskola, 23-05-04.

Mätningar utförda med Happy Boats instrument är korrekt kalibrerade och mätdata behöver inte korrigeras. Kontrollmätningarna inför mätning visade att de använda instrumentens riktighet ($\pm 10\%$ från nominellt värde) och precision (0-10% spridning kring medelvärdet, $n=4$) låg inom det förväntade intervallet.

Resultatsiffrorna är angivna med två siffrors noggrannhet. Vid beräkning av medelvärden har för värden $< \text{LOQ}$ (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.

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

Totalt mättes fyra båtar av Happy Boat AB tillhörande Torshälla. Tre av de mätta båtarna var plastbåtar och en hade stålskrov.

Mätresultaten för samtliga resultat för koppar, zink och tenn redovisas för varje båt i resultatbilagan. På ingen av båtarna kunde tenn som indikerar förekomst av tennorganiska föreningar påvisas. På två av plastbåtarna fanns det flera mätpunkter med kopparhalter högre än $1\,000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. På en båt fanns det några mätpunkter med kopparhalter runt $1\,000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. För att kunna göra en bättre bedömning mättes bottenfärgen på denna båt en extra gång så att det totalt blev 16 mätpunkter. Alla sexton mätresultat finns redovisade i resultatbilagan. I tabellen presenteras även medelvärden för alla mätdata per mätomgång per båt.

Idag finns ännu inga nationella regler för vilka halter som är tillåtna i bottenfärgen utan det är de lokala miljömyndigheterna som avgör vad som ska gälla.

3.1 Resultat metallbåtar

Mätmetoden vi använder är kalibrerad för plastbåtar och har inte samma riktighet för båtar byggda av annat material. Vi har gjort mätningar av standardprover innehållande koppar (Cu), zink (Zn) och tenn (Sn) med stål som bakgrund och bestämt korrektionsfaktorer för att räkna om värden beräknade med standardkalibrering för plastbåtar till värden anpassade till stål båtar.

En av de mätta båtarna på Torshälla MBK hade stålskrov. På denna båt fanns inget tenn utan endast enstaka mätpunkter med koppar och zink. Mätdata i resultattabellen är korrigerade för stålbakgrund.

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 vårustning och vid bättringsmålning och nymålning av bottenfärgen.

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 Stockholmsammansättningen inte uppmätts över kvantifieringsgränsen på 50 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ på 75 % av båtarna och på 84 % av båtarna var medelvärdet under det föreslagna referensvärdet på 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Generellt kan sägas att för båtar äldre än 1995 har ca 15 – 20% av båtbeståndet högre halter av tenn än referensvärdet 100 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. 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 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 det inga nationella riktvärden för metaller på båtskrov. Stockholms stad har tagit fram rådgivande referensvärden för plastbåtar och halter av tenn och koppar i sötvatten (<https://tillstand.stockholm/batklubbar/>). Myndigheter med Transportstyrelsen i spetsen, arbetar för att ta fram nationella föreskrifter. 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 \(transportstyrelsen.se\)](https://transportstyrelsen.se/Rekommendationer_till_batagare_batklubbar_och_andra_verksamhetsutovare)

Trosa 2023-11-17

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.

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

Resultatbilaga

XRF-resultat, Torshälla Motorbåtsklubb

2023-11-10

Medl. Nr	HB nr	KOPPAR (Cu), µg/cm2									ZINK (Zn), µg/cm2							TENN (Sn), µg/cm2							MEDELVÄRDEN, µg/cm2				Kommentar	
		SB bak	SB mitt	SB för	BB för	BB mitt	BB bak	BB, Akter, roder	SB, Akter, roder	SB bak	SB mitt	SB för	BB för	BB mitt	BB bak	BB, Akter, roder	SB, Akter, roder	SB bak	SB mitt	SB för	BB för	BB mitt	BB bak	BB, Akter, roder	SB, Akter, roder	Koppar	Zink	Tenn		Bly
32	11	660	1200	100	660	1300	330	1100	590	1200	2000	1400	1400	1700	1300	2000	1400	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	740	1600	<LOQ	<LOQ	M, 1:a mätn.
32	12	160	960	890	920	760	880	670	1100	1100	1800	1600	1400	1500	1600	1300	2000	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	790	1500	<LOQ	<LOQ	M, 2:a, mätn.
316	13	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1800	<LOQ	630	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1800	<LOQ	630	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	320	190	<LOQ	<LOQ	M, stål, korr	
845	14	1900	4500	3400	1800	2400	2200	1900	1500	3200	4200	3600	2900	3300	3600	3600	3400	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2500	3500	<LOQ	<LOQ	M	
307	15	3400	3500	380	3700	3500	5200	2800	2900	1500	1100	1400	640	1100	1200	1100	1000	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	3200	1100	<LOQ	<LOQ	M	

korr = mätvärdena är korrigerade för stål bakgrund

HB = löpnummer för Happy Boat

M = motorbåt, S = segelbåt och MS = motorseglare

- Tennhalter högre än 50 men lägre än 100 µg/cm2
- Tennhalter högre lika med eller högre än 100 µg/cm2
- Metallhalten är under respektive kvantifieringsgräns (100 µg/cm2 för koppar, zink och bly och 50 för tenn)

