



Happy Boat

GIFTFRI BOTTEN - FRISKARE HAV

Happy Boat rapport nummer 21-3

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

Östra Hjälmarens Motorbåtsklubb

Britta och Göran Eklund

2021-01-17

Betalningsmottagare

Happy Boat AB
Lundagatan 11
619 34 Trosa
www.happyboat.se

Telefon

073-6600011

Bankgiro

164-9342

Organisationsnummer

559066-0238

E-postadress

britta.eklund@happyboat.se

Godkänd för F-skatt

1. INLEDNING

Östra Hjälmarens Motorbåtsklubb har genom Mats Olsson anlitat Happy Boat AB för att utföra mätningar av halten koppar, zink, tenn och bly i bottenfärgen på båtskrov som hade valts ut av klubben. Mätningen utfördes med röntgenfluorescensteknik (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	5
3.1 Resultat plastbåtar.....	5
3.1.1 Kopparhalter i bottenfärg på plastbåtar	6
3.1.2 Zinkhalter i bottenfärg på plastbåtar	7
3.1.3 Tennhalter i bottenfärg på plastbåtar.....	7
3.1.4 Blyhalter i bottenfärg på plastbåtar	8
3.2 Resultat metallbåtar	8
3.3 Resultat båtar utan kvantifierbara metaller i bottenfärgen	8
4. DISKUSSION.....	8
4.1 Metaller i bottenfärger och variationer	8
4.2 Metaller i bottenfärger mätta på Östra Hjälmarens MBK	9
4.3 Regler för bottenfärger	10
5. SLUTORD	10
6. REFERENSER	11

Bilag – Resultat från båtskrovmätningar på Östra Hjälmarens MBKs uppläggningsplats

2. METOD

Båtskrovmätningar utfördes av Happy Boat AB (www.happyboat.se) 2021-01-13 på klubbens vinteruppläggningsplats i närheten av Skogstorp söder om Eskilstuna. Ordförande Mats Olsson presenterade en karta med placeringen av de båtar som skulle mätas och Bengt Olsson var med under mätningen och pekade ut båtarna. Det fanns även en lista där det angavs platsnummer för varje båt. Dessa nummer har använts som identitetsnummer i resultatbilagan. Identiteterna kan endast båtklubben härleda till de enskilda båtägarna.

2.1 Mätmetodik

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 et al. 2017), 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. 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

Kontrollmätningarna visade att det använda instrumentets riktighet ($\pm 10\%$ från nominellt värde) och precision (0-10% spridning kring medelvärdet, $n=4$) låg inom det förväntade intervallet.

I resultatbilagan har platsnumren för båtarna använts som identitetsnummer.

Totalt mättes 44 båtar av Happy Boat AB på Östra Hjälmarens Motorbåtsklubb BK varav 42 var plastbåtar och 2 var aluminiumbåtar.

Mätresultaten för samtliga resultat för koppar, zink och tenn redovisas för varje båt i en resultatbilaga. 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.

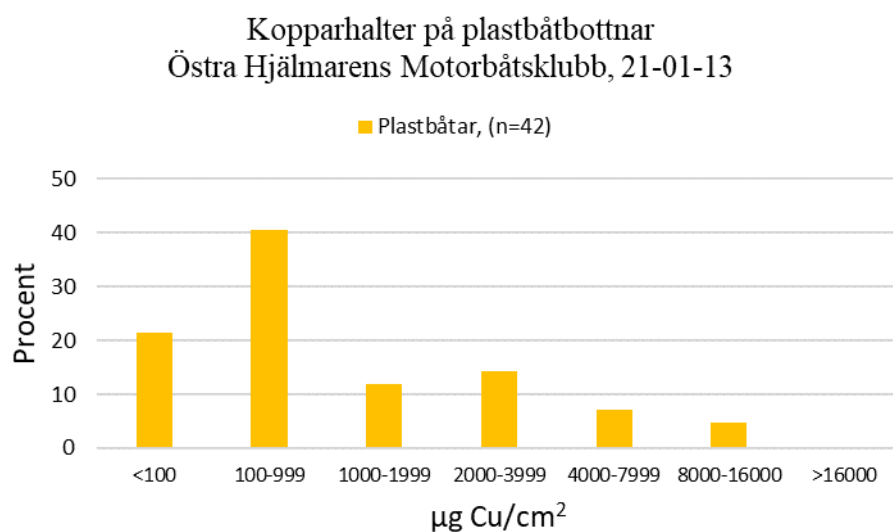
Idag finns inga nationella regler för vilka halter som är tillåtna i bottenfärgen. De enda regler som finns tillgängliga idag är lokala riktlinjer som har tagits fram av Stockholms stad och som de kallar för rådgivande referensvärden. <https://tillstand.stockholm/globalassets/tillstand-och-regler/tillstand-regler-och-tillsyn/fritid-och-underhallning/batklubbar/regelverk-rorande-batbottenfarger.pdf>. Resultaten från Östra Hjälmarens Motorbåtsklubb har för koppar och tenn jämförts med dessa rådgivande referensvärden.

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.

3.1 Resultat plastbåtar

Sammanlagt har det mätts 42 plastbåtar. Resultaten för innehållet av metallerna koppar (Cu), zink (Zn) och tenn (Sn) i bottenfärgen presenteras grafiskt i figurerna 2, 3 och 4 nedan.

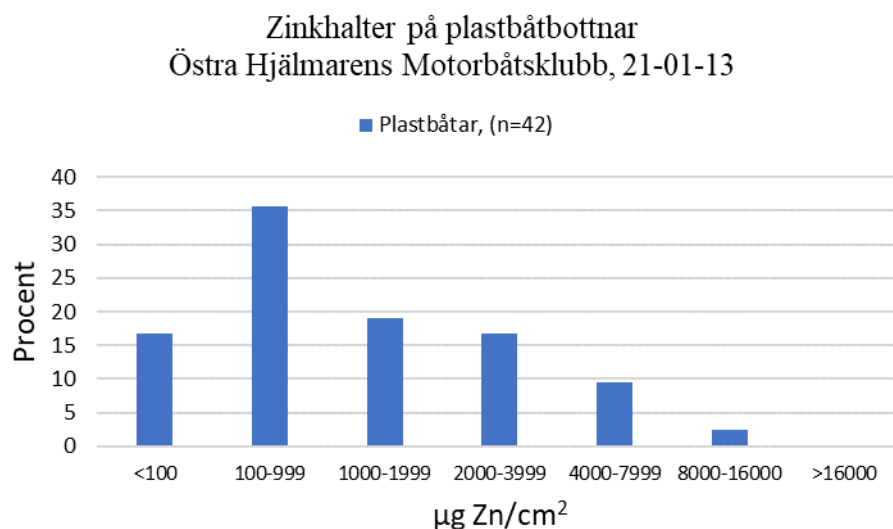
3.1.1 Kopparhalter i bottenfärg på plastbåtar



Figur 2. Fördelningen i procent av kopparhalter på plastbåtskrov inom Östra Hjälmarens Motorbåtsklubb.

Av de 42 mätta plastbåtarna hade 26 båtar (62 %) medelvärden lägre än 1000 µg/cm² och 16 båtar (38 %) hade medelvärdeshalter av koppar högre eller lika med det rådgivande referensvärdet inom Stockholms stad för att ha hemmahamn i Mälaren (Stockholm Stads miljöförvaltning 2019). För Östersjön finns inga riktvärden för vad som är tillåtet. Två båtar (5%) hade högre medelvärde för koppar än 4000 µg/cm² vilket motsvarar cirka ett lager av en västkustkopparfärg.

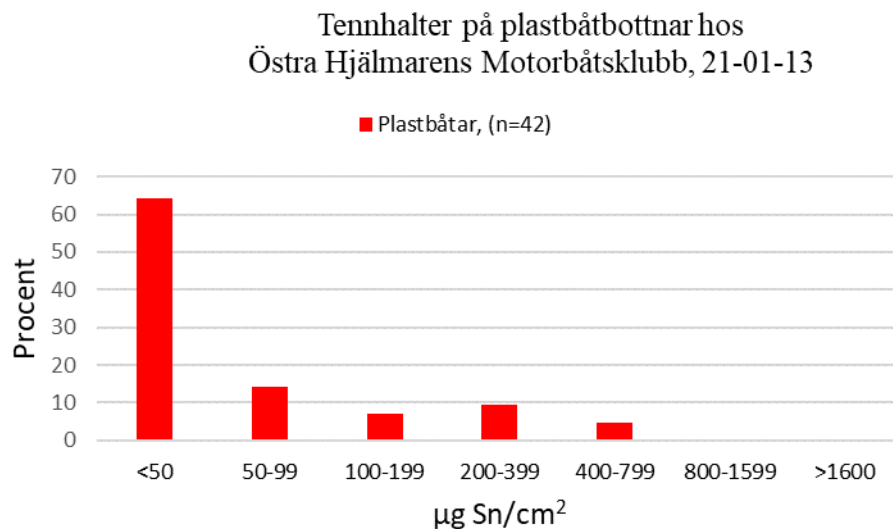
3.1.2 Zinkhalter i bottenfärg på plastbåtar



Figur 3. Fördelningen i procent av zinkhalter på plastbåtskrov inom Östra Hjälmarens Motorbåtsklubb.

12 båtar (29 %) hade medelvärden av zinkhalter $\geq 2000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Det finns inga regler för vilka halter som är tillåtna för zink i bottenfärg på båtskrov.

3.1.3 Tennhalter i bottenfärg på plastbåtar



Figur 4. Fördelningen i procent av tennhalter på plastbåtskrov inom Östra Hjälmarens Motorbåtsklubb.

På 27 av båtarna (64 %) var medelvärdena för tenn lägre än $50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. På nio av plastbåtarna (21%) var medelvärdet för tenn högre eller lika med $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Detta är det rådgivande referensvärdet inom Stockholms stad och tyder på förekomst av tennorganiska föreningar i

bottenfärgen. På sju båtar uppmättes tenn på en del mätpunkter men medelvärdet blev lägre än 100 µg/cm².

3.1.4 Blyhalter i bottenfärg på plastbåtar

På två av plastbåtarna uppmättes bly. Den ena båten hade ett rött skrov och blypigment har förmodligen satts till gelcoaten för att få fram den önskade skrovfärgen. Detta bly lär inte läcka ut men bör tas omhand den dagen båten ska skrotas. Den andra båten med högre blyvärden hade vitt skrov. Möjligen kan det vara en övermålad gul, orange eller röd båt inunder den vita färgen.

3.2 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 Zn, Sn och Cu med aluminium respektive stål som bakgrund och bestämt korrektionsfaktorer för att räkna om värden beräknade med standardkalibrering för plastbåtar till värden anpassade till aluminium- eller stålbåtar.

För stålbåtar multipliceras uppmätta värden för Zn, Sn och Cu med 0,33 och för aluminium är motsvarande korrektionsfaktor 1,3. I resultatbilagan har mätvärdena korrigerats för detta.

Hos Östra Hjälmarens MBK mättes två aluminiumbåtar med bottenfärg. På den ena fanns bara lite zink på ett mätvärde och på den andra fanns lite högre zinkhalter på två av mätpunkterna. De korrigerade värdena är angivna i resultatbilagan.

3.3 Resultat båtar utan kvantifierbara metaller i bottenfärgen

Totalt fanns det två båtar bland de mätta båtarna på Östra Hjälmarens MBK där inga av de undersökta metallerna uppmättes på någon av de åtta mätpunkterna.

4. DISKUSSION

4.1 Metaller i bottenfärger och variationer

Variationen för mätvärdena inom en båt är i allmänhet stor.

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.

Denna studie visar att mätningarna med åtta punkter på varje båt uppvisar en variation mellan mätpunkterna. En beräkning av standardavvikelse och den relativa standardavvikelsen har utförts på mätresultaten av samtliga mätta båtar från 2017 och 2018 i allt fyrtio båtklubbar och totalt 3167 båtar. Resultaten redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Medelvärde, standardavvikelser och relativa standardavvikelse från åtta mätresultat från totalt 3167 båtar.

	Koppar	Zink	Tenn
Medelvärde	1768	1886	66
SD	3075	2785	115
CV, %	174	148	175

Resultaten visar att det är en stor spridning mellan resultaten inom en båt som troligen beror på att färgen är olika tjock på olika platser på undervattensskroppen. Detta i sin tur beror på att slitaget av bottenfärgen skiljer sig på olika platser på skrovet. Ojämnheter i färglagret kan också uppstå vid slipning, skrapning under vårrustningen och vid bättringsmålning och nymålning av bottenfärgen.

Den relativa standardavvikelsen låg mellan 148 och 175 % för koppar, zink och tenn. Dessa värden kan jämföras med de använda instrumentens precision där den relativa standardavvikelsen för alla kontrollmätningar på samtliga metaller är < 5 %. Det innebär att den största spridningen hos de angivna mätresultaten beror på ojämn fördelning av metallerna i bottenfärgslagren på båten.

Tenn har i Stockholmsammanställningen inte uppmätts över kvantifieringsgränsen på 75 % av båtarna och 84 % ligger under det föreslagna riktvärdet på $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Detta innebär att 16 % har högre medelvärdeshalter av tenn än $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ bland de undersökta båtarna i Stockholmsstudien.

4.2 Metaller i bottenfärger mätta på Östra Hjälmarens MBK

Andelen båtar i Östra Hjälmarens MBK utan någon av de mätta metallerna i bottenfärgen över respektive metalls kvantifieringsnivå är 4,8%.

Andelen båtar med högre kopparvärden än $1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ är 38 %. Detta är något högre än för båtarna i Stockholmsstudien där 30% av båtarna år 2019 hade kopparmedelvärden högre eller lika med $1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$.

En tennhalt i bottenfärgen på $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ tyder på att det finns kvar tennorganiska föreningar i bottenfärgen (Ytreberg et al 2019). Detta värde har Stockholms stad satt som rådgivande referensvärde. För plastbåtarna inom Östra Hjälmarens MBK med tennhalter lika med eller högre än $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ var andelen 21 %. Detta är en högre andel jämfört med

Stockholmsundersökningen där motsvarande andel för år 2019 var 11% bland båtar med hemmahamn i Mälaren.

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/sv/sjofart/Fritidsbatar/Batlivets-miljofragor/regler-om-batbottenfarg/>

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 och sådana var beräknade att finnas på plats till slutet av 2020 men har blivit framskjutet. Likaså kommer ett pågående beställt projekt av Transportstyrelsen, över hur man bäst ska sanera sin båt att rapporteras i slutet av 2020. 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. Läs mer i broschyren som kan laddas ner från Transportstyrelsens hemsida <https://www.transportstyrelsen.se/globalassets/global/publikationer/sjofart/tran-044-broschyr-batbottenfarg-a5-webb.pdf>

Trosa 2020-01-17

Britta 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