



Happy Boat

GIFTFRI BOTTEN - FRISKARE HAV

Happy Boat rapport nummer 19-300

Jämförande analys av förekomst av biocidmetaller på fritidsbåtsbottnar inom Stockholms stad under åren 2016-2019.

Britta och Göran Eklund

2019-12-31

Reviderad 2020-04-14

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. UPPDRAGET

Under 2016, 2017, 2018 och 2019 har Stockholms stad anlitat Happy Boat AB för att utföra kvantitativa mätningar av koppar, zink, tenn och bly på båtbottnar hos båtklubbar inom staden. Denna rapport redovisar en jämförelse av resultaten av mätningar som har utförts med röntgenfluorescens-teknik (XRF) där halten metall mäts i $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Innehåll

1. UPPDRAGET	2
2. sammanfattning.....	4
3. INLEDNING.....	6
3.1 Historik och regler för bottenfärger för fritidsbåtar.....	6
4. METOD	7
4.1 Upplägg av mätprogrammet	7
4.2 Mätmetod.....	8
5. Resultat	9
5.1 Antal båtklubbar och båtar	9
5.1.1 Fördelning baserad på byggmaterial	13
5.1.2 Fördelning av plast- och träbåtar baserat på uppläggningsplats	13
5.2 Metallförekomst på plast- och träbåtar vid Mälaren och vid Östersjön	14
5.2.1 Fördelning av kopparhalter på plast- och träfritidsbåtar	14
5.2.2 Fördelning av zinkhalter på plast- och träfritidsbåtar	16
5.2.3 Fördelning av tennhalter på plast- och träfritidsbåtar	17
5.2.4 Fördelning av blyhalter på plast- och träfritidsbåtar	19
5.2.5 Andel båtar med metallmedelhalter lägre än kvantifieringsgränsen.	20
5.2.6 Medelvärden och spridningsmått.	20
5.3 Jämförelse av medel- och medianvärden.....	21
5.3.1 Medel- och medianvärden för koppar	22
5.3.2 Medel- och medianvärden för zink	22
5.3.3 Medel- och medianvärden för tenn	23
5.3.4 Medel- och medianvärden för bly	23
6. DISKUSSION.....	24
7. REFERENSER	27

Bilagor

Bilaga A Fördelning av metaller på plastfritidsbåtar på uppställningsplatser vid Mälaren respektive Östersjön.

Bilaga B Fördelning av metaller på träfritidsbåtar på uppställningsplatser vid Mälaren respektive Östersjön.

Bilaga C Fördelning av metallhalter per år presenterade i kvartiler på plastbåtar vid Mälaren

Bilaga D Fördelning av metallhalter per år presenterade i kvartiler på träbåtar vid Mälaren

Bilaga E Fördelning av metallhalter per år presenterade i kvartiler på plastbåtar vid Östersjön

2. SAMMANFATTNING

Liksom i många kommuner, finns det inom Stockholms stad mark som under vinterhalvåret används som uppställningsplats för fritidsbåtar och som arrenderas av båtklubbar och varvsföreningar. Marken på sådana platser är ofta förorenad med höga halter av många farliga ämnen. Bottenfärger har historiskt sett innehållit olika giftiga ämnen som vid slipning och skrapning har hamnat på marken där de har ansamlats. Risker är stora att dessa ämnen i samband med regn och snösmältning sköljs ut i omgivande vatten och där medför negativ påverkan både för växt- och djurliv. Särskilt för båtklubbar som ligger vid Mälaren, som är vattentäkt för hela Stockholmstrakten, är det angeläget att minska tillförseln av farliga ämnen.

Stockholms stad har därför låtit göra en inventering av metallförekomsten i bottenfärgen på båtar som under vintern ligger upplagda på land intill Mälaren och vid Östersjön. Mätningarna har utförts under 2016, 2017, 2018 och 2019 av företaget Happy Boat AB. Totalt har närmare 5800 båtbottnar (med åtta mätvärden per båt) undersökts vid 46 olika båtklubbar och sex varvsföreningar. Metoden baseras på mätning med röntgenfluorescens där instrumentet är kalibrerat för att ange resultaten i mängd metall per ytenhet ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). De metaller som har mätts är koppar, zink, tenn och bly som alla förekommer eller har förekommit i bottenfärg. Tennförekomsten är en tydlig indikation på tennorganiska föreningar vilka har varit förbjudna på fritidsbåtar sedan 1989 på grund av sina hormonstörande egenskaper. Även efter man har slutat att bottenmåla sin båt kan det finnas kvar farliga ämnen i underliggande färglager som vid underhållsarbete och eventuell högtryckstvättning frigörs och hamnar på marken.

Mätresultaten har sammanställts för varje båtklubb och bildar ett underlag för en handlingsplan inom klubben.

Under de fyra åren som mätningar har utförts syns en markant förändring i resultaten. Totalt sett har andelen båtar med medelvärdeshalter under kvantifieringsgränsen för alla fyra mätta metaller ökat från cirka 10 % år 2016 till 20 % år 2019. Bäst resultat visar en klubb vid en mätning 2019 där medelvärdeshalten av samtliga fyra mätta metaller i bottenfärgen ligger under kvantifieringsgränsen för 80 % av båtarna.

En stor ändring kan också ses för både koppar-, zink- och tenninnehållet i bottenfärgen hos de mätta båtarna som ligger vid Mälaren. För dessa metaller har andelen båtskrov med högre halter minskat och istället har andelen båtar med lägre halter av respektive metall ökat. Detta gäller både för plast- och träbåtar. För båtar som ligger vid Östersjön syns ingen sådan trend. En rimlig förklaring till detta är att båtägare som ligger vid sötvatten, där biocidinnehållande bottenfärger är otillåtna, inte längre bottenmålar sina båtar medan de som har sina båtar vid Östersjön där kopparinnehållande färger fortfarande är tillåtna använder sådana färger. Förmodligen har inventeringsprojektet, som Stockholms stad har initierat, också haft som följd att alltför många har tagit bort gammal färg.

Stockholms stad har tagit fram rådgivande referensvärden för utfasning av biocider på plastbåtskrov i väntan på nationella riktvärden. De rådgivande referensvärdena är för tenn 100

$\mu\text{g}/\text{cm}^2$ och för kopparförekomst i bottenfärg på fritidsbåtar vid sötvatten $1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. En sammanfattning av resultaten visas i nedanstående tabeller.

Tabell A. Procentandel **plastbåtar** vid Mälaren och vid Östersjön med medelvärdeshalter lika med eller överstigande Stockholms stads rådgivande referensvärden.

Plastbåtar vid Mälaren			Plastbåtar vid Östersjön		
Årtal och antal undersökta båtar (n)	Koppar $\geq 1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	Tenn $\geq 100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	Årtal och antal undersökta båtar (n)	Koppar $\geq 1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	Tenn $\geq 100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$
2016 (n=1176)	61	19	2016 (n=0)	Inga data	Inga data
2017 (n=1323)	49	16	2017 (n=83)	45	8
2018 (n=1277)	38	14	2018 (n=118)	52	14
2019 (n=626)	30	11	2019 (n=454)	63	14

Tabell B. Procentandel **träbåtar** vid Mälaren och vid Östersjön med medelvärdeshalter lika med eller överstigande Stockholms stads rådgivande referensvärden.

Träbåtar vid Mälaren			Träbåtar vid Östersjön		
Årtal och antal undersökta båtar (n)	Koppar $\geq 1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	Tenn $\geq 100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	Årtal och antal undersökta båtar (n)	Koppar $\geq 1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	Tenn $\geq 100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$
2016 (n=73)	71	16	2016 (n=0)	Inga data	Inga data
2017 (n=157)	55	18	2017 (n=6)	Få data	Få data
2018 (n=109)	48	14	2018 (n=3)	Få data	Få data
2019 (n=206)	43	17	2019 (n=20)	Få data	Få data

Andelen båtar där medelvärdeshalten är lika med eller överstiger referensvärdet för koppar har för plastbåtar i Mälaren halverats från 61 % år 2016 till 30 % år 2019 och för träbåtar vid Mälaren sjunkit från 71 % år 2016 till 43 % år 2019. För plastbåtar vid Östersjön syns ingen trend utan procentandelen ligger mellan 45 och 63 som överstiger $1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. När det gäller tenn har procentandelen för plastbåtar vid Mälaren som är lika med eller överstiger $100 \mu\text{g Sn}/\text{cm}^2$ sjunkit från 19 % år 2016 till 11 % år 2019. För plastbåtar vid Östersjön syns ingen trend men andelen ligger mellan 8 och 14 %. För träbåtar vid Mälaren syns inte heller någon tydlig trend och andelen ligger mellan 14 och 18 %.

De flesta fritidsbåtar är gjorda av plast och uppgår till ca 88 % av det totala antalet båtar. Därefter kommer träbåtarna som utgör 9,5 % av båtarna. Aluminiumbåtarna utgör 2 % och stålbåtar utgör 0,7 % av båtarna.

I detta projekt har medelvärden av åtta mätvärden på båtskroven använts. Medianvärdet skulle också kunna användas. Samstämmigheten mellan dess beräkningsätt har utvärderats för ca 700 mätpar för mätta metaller av koppar, zink och tenn och ca 170 mätpar för bly.

Överensstämmelsen är god med R^2 värdena för koppar, zink, tenn och bly på 0,98, 0,94, 0,94 respektive 0,90.

Instrumentens mätprecision visar från kontrollmätningar på samtliga mätta metaller en relativ standardavvikelse på ca 5 %. Variationen inom en båt är mycket större med en relativ standardavvikelse mellan 148 och 175 % för koppar, zink och tenn. Det innebär att den största spridning hos de angivna mätresultaten beror på fördelningen av metaller i bottenfärgslagren på båten som i sin tur beror på ojämnheter som uppstått i samband med slipning, skrapning och målning.

Resultaten från Stockholms stads inventeringsprojekt ger med sina mätningar av samtliga båtar en bra bild av hur mycket metaller som finns i bottenfärgen på fritidsbåtarna i Stockholmsområdet.

3. 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 markanvändning (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 att sköljas ut i angränsande vattenområden med regnvatten.

Under vinterhalvåret används viss strandnära mark som uppställningsplats för fritidsbåtar. På dessa platser sker underhåll av båtskroven i form av slipning, skrapning och målning. Färgrester från denna verksamhet hamnar ofta till en del på marken (Lagerström et al 2016). Det är önskvärt att minimera skrap- och sliprester med farliga ämnen som riskerar att sköljas ut i angränsande vatten. Dessa farliga ämnen kan ha negativa effekter på växt- och djurliv i både sötvatten och saltvatten. Av denna anledning har staden låtit göra en inventering av hur mycket potentiella farliga metaller som finns på båtbottnar på båtar upplagda på båtuppläggningsplatser intill Östersjön och Mälaren. Det är särskilt angeläget vid platser intill Mälaren då dess vatten används som vattentäkt av bland annat Stockholms stad. Denna inventering har nu pågått åren 2016, 2017, 2018 och 2019 och har utförts av Happy Boat AB på uppdrag av Stockholms stads miljöförvaltning.

3.1 Historik och regler för bottenfärger för fritidsbåtar

Från 1960-talet och fram till 2003 var förekomst av tennorganiska föreningar som tributyltenn (TBT) och trifenyltenn (TFT) vanlig i bottenfärger. Färger som innehöll tennorganiska

föreningar förbjöds 1989, i Sverige och inom EU, för användning på fritidsbåtar (Council Directive, 89/677EEC). Enligt Vattendirektivet (2000/60/EG) är de tennorganiska föreningarna prioriterade ämnen som ska fasas ut så snabbt som möjligt. Det finns gränsvärden för tennorganiska föreningar i ytvatten och sediment som inte ska överskridas i en vattenförekomst. Även om de tennorganiska bottenfärgerna har varit förbjudna länge så kan de finnas kvar i underliggande färglager på båtbottnar.

Sedan förbudet för tennorganiska bottenfärger infördes har färger med koppar som aktiv substans varit vanligast. Kopparfärgerna innehåller ofta även zink som hjälper till att reglera läckagehastigheten av koppar. Både koppar och zink påverkar många organismer negativt. En period fanns de så kallade blödande färgerna som innehöll höga halter av zink.

Koppar och zink är så kallade särskilt förorenande ämnen som ingår i bedömningen av den ekologiska statusen för en vattenförekomst. Det finns förskrivna gränsvärden för koppar och zink i vatten som inte ska överskridas. Därför är det viktigt att undvika onödig tillförsel av dessa metaller till vattenmiljön.

På träbåtar kan det också finnas bly i bottenfärgen som oftast kommer från historisk användning av blymönja. Bly är också ett prioriterat ämne som enligt EUs vattendirektiv ska fasas ut så snart som möjligt. Det finns gränsvärde för bly i ytvatten som inte ska överskridas.

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. För båtar med hemmahamn i Östersjön eller på västkusten är vissa bottenfärger med biocider tillåtna. Mer information om vilka regler som gäller för olika vattenområden finns att läsa om på kemikalieinspektionens hemsida och på Stockholms stads hemsida om båtklubbar.

4. METOD

4.1 Upplägg av mätprogrammet

Handläggare på miljöförvaltningen i Stockholms stad har valt ut de båtklubbar som ska vara med i inventeringen av bottenfärger under de olika undersökningsåren. Ansvarig person från miljöförvaltningen har varit i kontakt med funktionärer från respektive båtklubb och kommit överens om vilka båtar inom klubben som ska mätas och att båtarna ska vara märkta med ett unikt identitetsnummer som kan användas vid rapporteringen. Detta identitetsnummer kan av båtklubben kopplas till respektive båtägare. Happy Boat har fått en lista över de utvalda båtklubbarna innehållande kontaktinformation till en funktionär på varje båtklubb och därefter utfört mätningarna i samarbete med funktionärer från aktuell båtklubb.

Både båtklubbar/varvsföreningar som har hamn och uppläggningsplats vid Mälaren i sötvattnet och vid Östersjön i brackvattnet har undersökts.

4.2 Mätmetod

Mätningen utfördes med ett handhållet röntgenfluorescensinstrument som är särskilt kalibrerat för mätning av tenn, koppar, bly och zink på plastbåtskrov (Ytreberg et al., 2015, Eklund och Ytreberg 2016). Förekomst av koppar, zink och bly 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 tennorganisk färg på båtbottnen förmodligen i inre färglager (Ytreberg et al 2016, Lagerström 2017).

För att få tillförlitliga medelvärden har varje båt i undersökningen mätts på åtta platser på undervattenskroppen. I samtliga fall har mätningarna utförts cirka 10-30 cm under vattenlinjen och väl ovanför kölen (Figur 1).



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/skäddan.

XRF-metodiken är kalibrerad för mätning av koppar, zink, tenn och bly på plastbåtskrov (patent SE537906). 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 värdet underskattas. Metoden mäter den totala halten av metaller i bottenfärgen och kan inte särskilja om metallerna eventuellt finns under ett eller flera lager av spärrfärg eller epoxifärg. Det bör också noteras att om en båt har behandlats med epoxifärg så kan det finnas en viss mängd zink i epoxin. Detta zink är bundet och läcker enligt färgproducenterna inte ut från färgen.

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

Mätmetoden är kalibrerad för plastbåtar och har därmed inte samma tillförlitlighet för träbåtar. Höga mätvärden för en metall på en träbåt är dock en god indikation på metallinnehåll på skrovbotten. Kontrollmätningar med olika träslag som bakgrund visar att ek och mahogny ger liknande mätvärden för tenn som en plastbakgrund. Däremot så överskattas värdet med ca 20 % vid mätning på en furubåt. För koppar och zink överskattas värdet med ca 15 % på en ekbåt medan värdet på en furubåt överskattas med mellan 20 och 30 %.

5. RESULTAT

5.1 Antal båtklubbar och båtar

Totalt har nära 5800 fritidsbåtar fördelade på 46 båtklubbar och sex varvsföreningar mätts under de fyra år som inventeringen pågått. Två varvsföreningar har besökts två gånger och en varvsförening har besökts tre gånger eftersom inte alla båtar blev mätta vid första mättillfället. Fördelningen av båtar i de olika båtklubbarna framgår av tabellerna 1, 2, 3 och 4. Här framgår också hur många båtar byggda av plast, trä, aluminium eller stål som mättes hos respektive klubb.

Tabell 1. Båtklubbar och antalet båtar som har mätts med XRF-metodik under 2016 samt fördelningen av båtar baserat på byggmaterial.

Båtklubbar som besökts 2016	Vatten område	Totala antalet mätta båtar	Antal plast- båtar	Antal trä- båtar	Antal alumi- nium båtar	Antal stål- båtar
Ulvsundavikens Varvsförening	Mälaren	369	321	45	2	1
Sätra Varfs Intresseförening	Mälaren	410	395	12	1	0
Intresseföreningen Råcksta Sjöhage	Mälaren	491	470	21	0	0
Totalt antal mätta båtar		1270	1186	78	3	1
Fördelning av båtar i %		100	93	6,1	0,2	0,1

Tabell 2. Båtklubbar och antalet båtar som har mätts med XRF-metodik under 2017 samt fördelningen av båtar baserat på byggmaterial.

Båtklubbar som besökts 2017	Vatten område	Totala antalet mätta båtar	Antal plast- båtar	Antal trä- båtar	Antal alumi- nium båtar	Antal stål- båtar
Albano Båtklubb	Östersjön	93	83	6	3	1
Bällstavikens Motorbåtklubb	Mälaren	68	61	4	1	2
Grinds Hages båtklubb	Mälaren	60	56	4	0	0
Göta Segelsällskap	Mälaren	132	93	39	0	0
Hässelby Sjöfällskap	Mälaren	75	73	2	0	0
Kyrkhamns Varvsförening	Mälaren	180	180	0	0	0
Lilla Essinge Båtklubb	Mälaren	41	39	2	0	0
Långholmens Båtklubb	Mälaren	22	21	1	0	0
Motorbåtklubben Tre Kronor	Mälaren	90	81	7	0	2
Rörstrands Båtklubb	Mälaren	144	119	18	6	1
Tranebergs Segelsällskap	Mälaren	107	94	12	1	0
Västermalms Båtklubb	Mälaren	101	78	22	1	0
Årsta gårds Båtsällskap	Mälaren	23	20	0	2	1
Årstadals Båtklubb	Mälaren	73	66	7	0	0
Årstalundens Båtklubb	Mälaren	43	39	3	1	0
Årstavikens Segelsällskap	Mälaren	149	127	21	1	0
Ängby Båtklubb	Mälaren	96	89	6	0	1
Örnsbergs Båtklubb	Mälaren	102	94	4	2	2
Totalt antal mätta båtar		1599	1413	158	18	10
Fördelning av båtar i %		100	88	10	1,1	0,63

Tabell 3. Båtklubbar och antalet båtar som har mätts med XRF-metodik under 2018 samt fördelningen av båtar baserat på byggmaterial.

Båtklubbar som besökts 2018	Vatten område	Totala antalet mätta båtar	Antal plast- båtar	Antal trä- båtar	Antal alumi- nium båtar	Antal stål- båtar
Bromma Båtsällskap	Mälaren	31	30	0	1	0
Båtklubben Lyran	Mälaren	21	18	2	1	0
Båtklubben S:t Erik	Mälaren	52	42	6	3	1
Dalbo Båtsällskap	Mälaren	67	57	4	4	2
Dianelunds Båtklubb	Mälaren	52	50	1	1	0
Ekensbergs Båtsällskap	Mälaren	107	101	3	2	1
Eriksdals Motorbåtsklubb	Mälaren	25	24	0	1	0
Essinge Båtklubb	Mälaren	45	40	5	0	0
Essinge Båtsällskap	Mälaren	96	88	0	5	3
Gröndals Båtklubb	Mälaren	84	80	3	1	0
Kristinebergs Båtklubb	Mälaren	67	61	5	1	0
Liljeholmens Båtklubb	Mälaren	57	52	1	4	0
Lillsjönäs Båtsällskap	Mälaren	24	19	4	1	0
Lux Båtklubb	Mälaren	62	56	2	3	1
Mälarhöjdens Båtklubb	Mälaren	90	86	1	3	0
Reimers Båtsällskap	Mälaren	46	39	5	2	0
Segelsällskapet Brunnsviken	Östersjön	124	118	3	2	1
Stockholms Segelklubb	Mälaren	147	125	22	0	0
Tanto Båtsällskap	Mälaren	35	31	2	2	0
Ulvsundavikens Varvsförening	Mälaren	187	140	28	13	6
Varvsföreningen Tanto Sjögård	Mälaren	149	129	15	4	1
Totalt antal mätta båtar		1568	1386	112	54	16
Fördelning av båtar i %		100	88	7,1	3,4	1,0

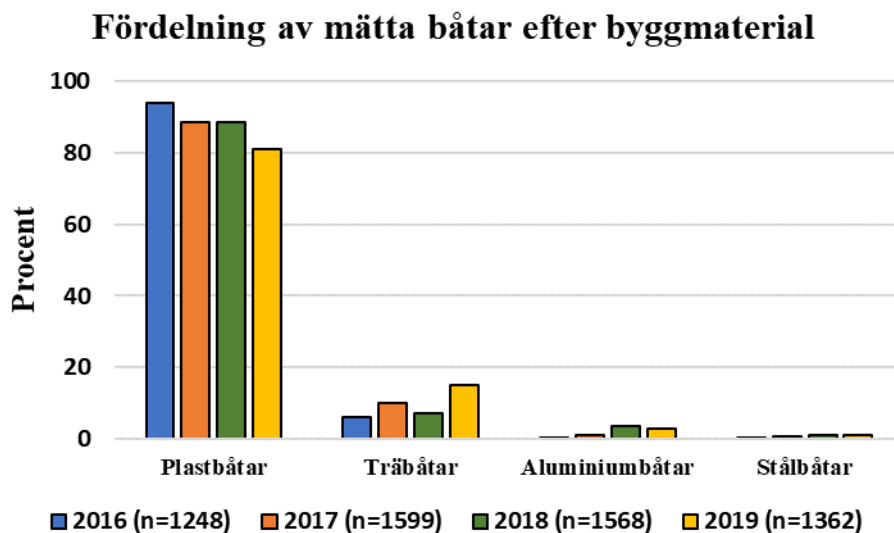
Tabell 4. Båtklubbar och antalet båtar som har mätts med XRF-metodik under 2019 samt fördelningen av båtar baserat på byggmaterial.

Båtklubbar som besökts 2019	Vatten område	Totala antalet mätta båtar	Antal plast- båtar	Antal trä- båtar	Antal alumi- nium båtar	Antal stål- båtar
Djurgårdsbrunnsvikens Motorbåtsklubb	Östersjön	85	74	5	6	0
Heleneborgs Båtklubb	Mälaren	179	32	146	0	1
Stora Hunduddens Varvsförening	Östersjön	143	131	7	4	1
Hägerstens Båtklubb	Mälaren	79	69	8	0	2
Kyrkhamns Varvsförening	Mälaren	67	65	0	1	1
Nannylunds Slipförening	Östersjön	46	38	4	4	0
Ropstens Båtklubb	Östersjön	55	49	4	1	1
Stallmästaregårdens Båtsällskap	Östersjön	38	37	0	0	1
Stockholms Segelsällskap	Mälaren	217	180	18	14	5
Södermalms Båtklubb	Mälaren	46	40	6	0	0
Ulvsundavikens Varvsförening	Mälaren	148	140	6	1	1
Vikingarnas Segelsällskap	Östersjön	125	125	0	0	0
Ålstens Båtsällskap	Mälaren	134	120	4	10	0
Totalt antal mätta båtar		1362	1100	208	41	13
Fördelning av båtar i %		100	81	15	3	1

Båtklubbarna hade mycket varierande storlek där några är små som t.ex Lyran med 21 båtar och Långholmens båtklubb med 22 båtar och några är stora där olika varvsföreningar har flest båtar med upp till nästan 500 båtar.

5.1.1 Fördelning baserad på byggmaterial

Fördelningen baserad på byggmaterial av båtarna visas i figur 2.



Figur 2. Fördelningen av byggmaterial hos mätta båtar inom Stockholms stad.

De flesta fritidsbåtar är tillverkade i plast (GAP) och uppgår till 88 % av det totala antalet undersökta båtar. Därefter kommer träbåtarna som utgör 9,5 % av båtarna. Aluminiumbåtarna utgör 2 % och stålbåtar utgör 0,7 % av båtarna.

5.1.2 Fördelning av plast- och träbåtar baserat på uppläggningsplats

Inom Stockholms stad finns det både uppställningsplatser vid Mälaren och vid Östersjön. Det totala antalet mätta plastbåtar respektive träbåtar, under de fyra åren som mätningar har utförts, framgår av tabell 5.

Tabell 5. Antal mätta båtar med uppläggningsplats vid Mälaren respektive vid Östersjön.

	Mälaren	Östersjön
Plastbåtar	4411	655
Träbåtar	545	29

Totalt finns det inom Stockholms stad 46 båtklubbar med uppläggningsplats och sex varvsföreningar. Av dessa finns sju båtklubbar med uppläggningsplats och en varvsförening

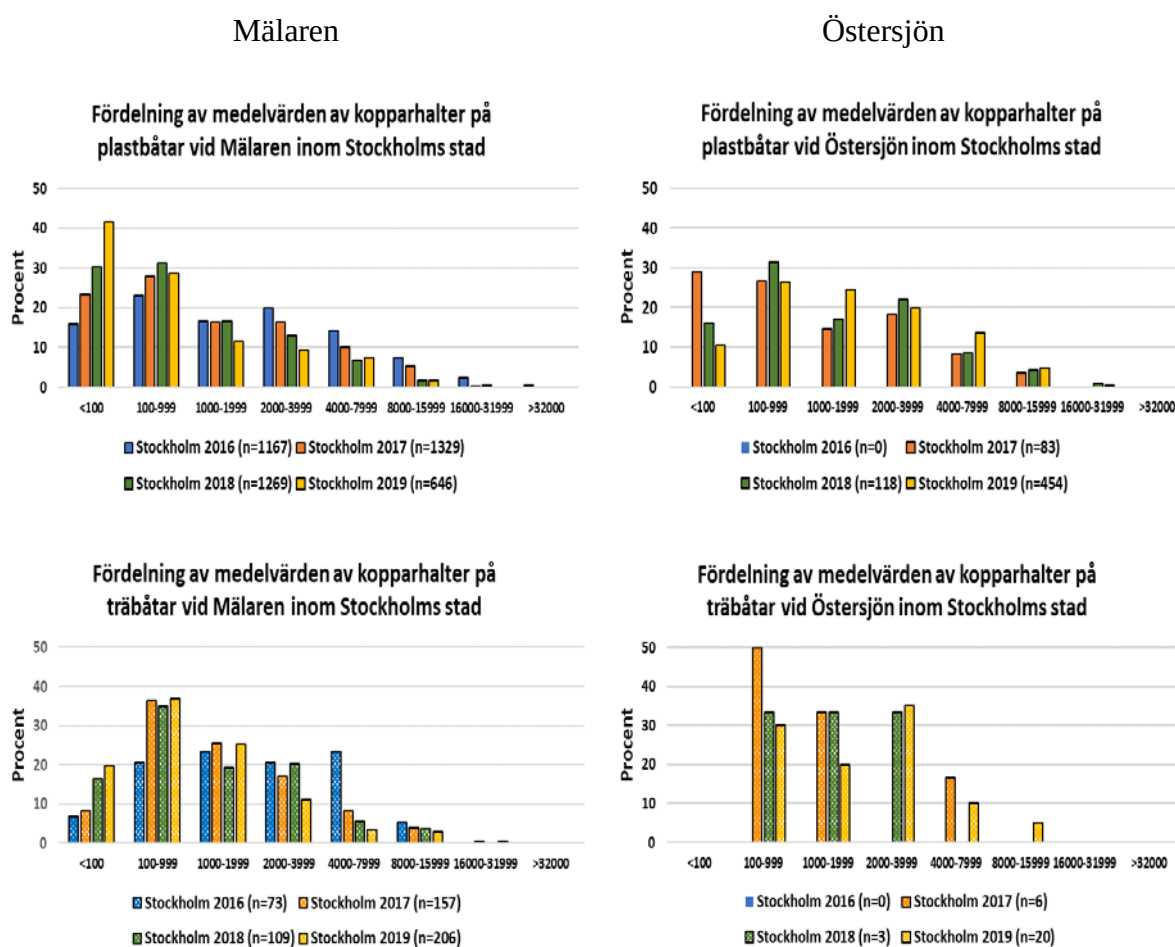
vid Östersjön. Då de flesta båtclubbarna ligger vid Mälaren och de flesta båtarna är av plast finns det flest mätvärden i kategorin plastbåtar i Mälaren. Lägst antal mätvärden finns för kategorin träbåtar som ligger vid Östersjön där endast 29 båtar har mätts.

5.2 Metallförekomst på plast- och träbåtar vid Mälaren och vid Östersjön

Den procentuella fördelningen inom olika haltintervall för koppar, zink, tenn och bly presenteras för både plast- och träbåtar i graferna 3, 4, 5 och 6 nedan.

5.2.1 Fördelning av kopparhalter på plast- och träfritidsbåtar

Fördelningen av medelvärdeshalter av koppar på båtbottnen för totalt 4411 båtar med plastskrov och 545 båtar med träskrov som har sin uppställningsplats intill Mälaren visas i figur 3. I samma figur visas även motsvarande för 655 plastbåtar och 29 träbåtar som har sin uppställningsplats intill Östersjön.



Figur 3. Fördelning av medelvärdeshalter av koppar i bottenfärg på plast- och träbåtar med uppställningsplats vid Mälaren och vid Östersjön.

Fördelningen av kopparhalterna under de fyra mätåren presenteras även i bilaga C för plastbåtar vid Mälaren, bilaga D för träbåtar vid Mälaren och i bilaga E för plastbåtar vid Östersjön.

Under de fyra år som mätningar har utförts på fritidsbåtar inom Stockholms stad har det skett en förändring bland både plast- och träbåtarna vid Mälaren till att fler båtar har lägre kopparhalter i bottenfärgen på båtbottnarna och färre båtar har höga kopparhalter. Andelen båtar som har medelvärdeshalter under $100 \mu\text{g Cu/cm}^2$ har ökat till mer än det dubbla och stigit från 15 % av båtarna år 2016 till 40 % år 2019 bland plastbåtarna och från knappt 10 % år 2016 till 20 % 2019 bland träbåtarna (Figur 3).

Trenden att andelen båtar med högre kopparhalter har sjunkit kan illustreras av att gränsen för de 25 % plastbåtar vid Mälaren som har de högsta halterna är $3900 \mu\text{g Cu/cm}^2$ år 2016 för att år 2019 ha sjunkit till $1300 \mu\text{g Cu/cm}^2$ (Bilaga C). Motsvarande för träbåtar vid Mälaren har denna gräns sjunkit från $4200 \mu\text{g Cu/cm}^2$ år 2016 för att år 2019 ha sjunkit till $1600 \mu\text{g Cu/cm}^2$ (bilaga D).

Mätningarna av plast- och träbåtar som ligger vid Östersjön visar inte någon tydlig trend för minskande andel båtar med höga kopparhalter (Figur 3 och Bilaga E). Mätningar av båtar vid Östersjön har bara utförts under tre år (2017-2019) och inte på lika många båtar som vid Mälaren.

5.2.1.1 Jämförelse med Stockholms stads rådgivande referensvärden för koppar i sötvatten

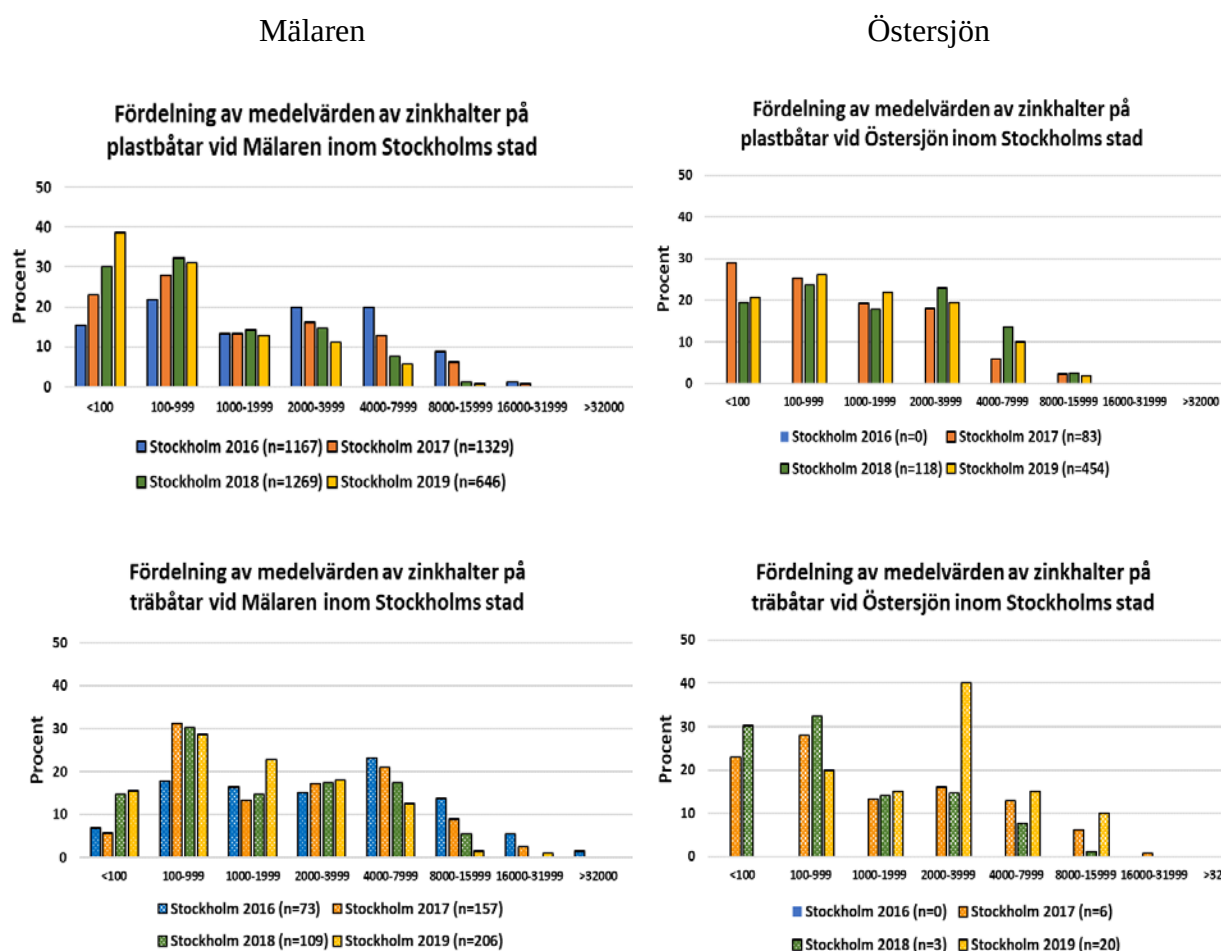
Stockholms stad har tagit fram ett rådgivande referensvärde på $1000 \mu\text{g Cu/cm}^2$ för plastbåtar som ligger vid Mälaren (Miljöförvaltningen 2019). I tabell 6 presenteras den totala fördelningen för båtar med högre medelkopparhalter än detta referensvärde. För både plastbåtar och träbåtar vid Mälaren sjunker andelen med antalet år som projektet har pågått.

Tabell 6. Procent båtar med kopparhalt som är lika med eller överstiger det rådgivande referensvärdet på $1000 \mu\text{g Cu/cm}^2$ för sötvatten.

Undersökningsår och antal undersökta båtar (n)	Procentandel plastbåtar vid Mälaren med koppar $\geq 1000 \mu\text{g/cm}^2$	Undersökningsår och antal undersökta båtar (n)	Procentandel träbåtar vid Mälaren med koppar $\geq 1000 \mu\text{g/cm}^2$
2016 (n=1167)	61	2016 (n=73)	71
2017 (n=1329)	49	2017 (n=157)	55
2018 (n=1269)	38	2018 (n=109)	48
2019 (n=646)	30	2019 (n=206)	43

5.2.2 Fördelning av zinkhalter på plast- och träfritidsbåtar

Fördelningen av medelvärdeshalter av zink på båtbottnen för totalt 4411 båtar med plastskrov och 545 båtar med träskrov som har sin uppställningsplats intill Mälaren visas i figur 4. I samma figur visas även motsvarande för 655 plastbåtar och 29 träbåtar som har sin uppställningsplats intill Östersjön.



Figur 4. Fördelning av medelvärdeshalter av zink i bottenfärg på plast- och träbåtar med uppställningsplats vid Mälaren och vid Östersjön.

Fördelningen av zinkhalterna under de fyra mätåren presenteras även i bilaga C för plastbåtar vid Mälaren, bilaga D för träbåtar vid Mälaren och i bilaga E för plastbåtar vid Östersjön.

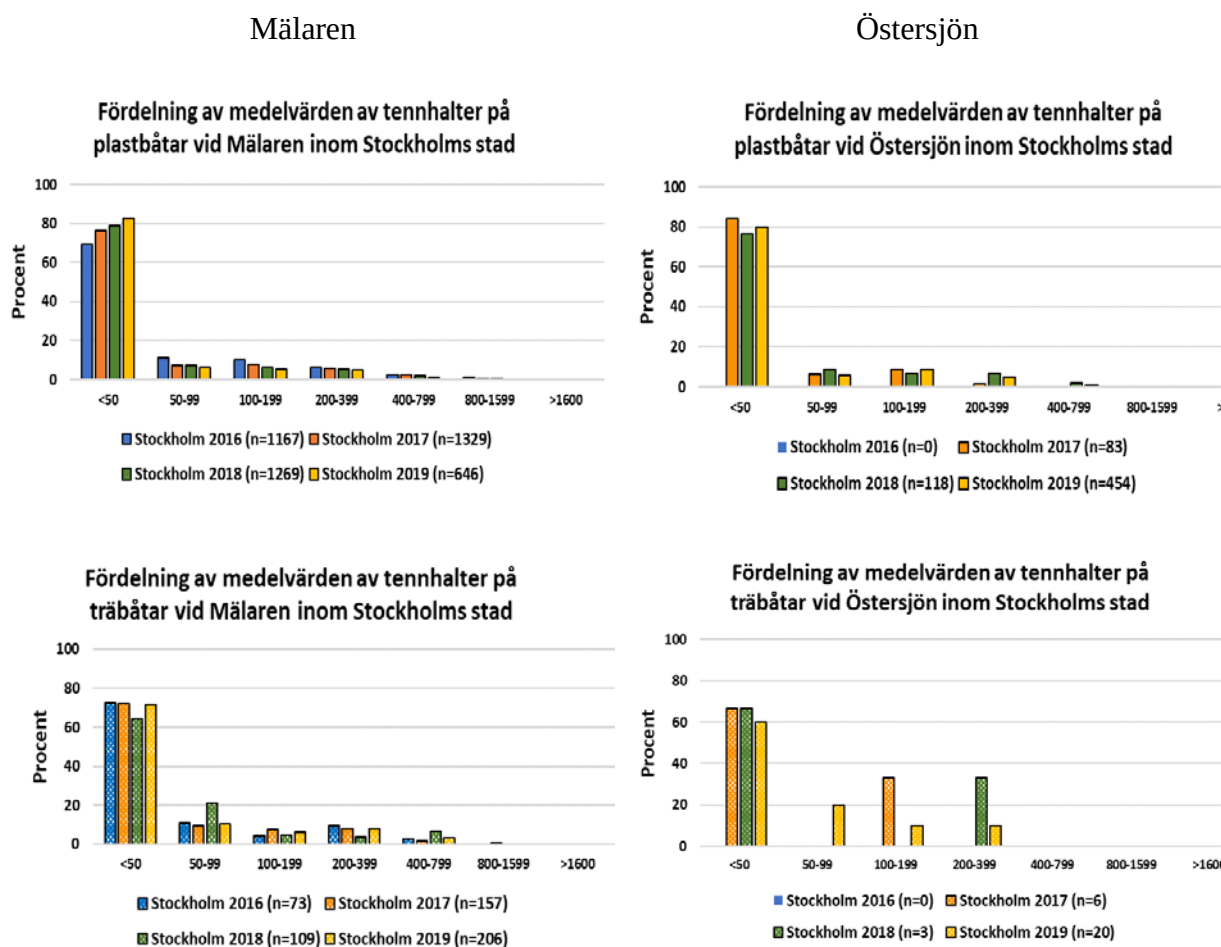
Fördelningen för medelvärden för zink liknar fördelningen för koppar. Liksom för koppar har det för zink, under de fyra år som mätningar har utförts på fritidsbåtar inom Stockholms stad, skett en förändring till att fler båtar har lägre zinkhalter på sina båtbottnar och färre båtar har höga zinkhalter. Andelen båtar som har medelvärdeshalter under $100 \mu\text{g Zn/cm}^2$ har ökat till mer än det dubbla och har stigit från ca 15 % av båtarna år 2016 till 40 % år 2019 för plastbåtar och från ca 8 % till 20 % för träbåtar (Figur 4). Likaså har andelen båtar med medelvärdeszinkhalter högre än $2000 \mu\text{g Zn/cm}^2$ för plastbåtar och högre än $4000 \mu\text{g Zn/cm}^2$ för träbåtar sjunkit från år 2016 till 2019.

Trenden att andelen båtar med högre zinkhalter har sjunkit kan illustreras av att gränsen för de 25 % plastbåtar vid Mälaren som har de högsta halterna är 4500 $\mu\text{g Zn/cm}^2$ år 2016 för att år 2019 ha sjunkit till 1300 $\mu\text{g Zn/cm}^2$ (Bilaga C). Motsvarande för träbåtar vid Mälaren har denna gräns sjunkit från 6600 $\mu\text{g Zn/cm}^2$ år 2016 för att år 2019 ha sjunkit till 2600 $\mu\text{g Zn/cm}^2$ (Bilaga D).

Mätningarna av plast- och träbåtar som ligger vid Östersjön visar inte någon tydlig trend för minskande andel båtar med höga zinkhalter (Figur 4 och Bilaga E). Mätningar av båtar vid Östersjön har bara utförts under tre år (2017-2019) och inte på lika många båtar som vid Mälaren.

5.2.3 Fördelning av tennhalter på plast- och träfritidsbåtar

Fördelningen av medelvärdeshalter av tenn på bottenfärg för totalt 4411 båtar med plastskrov och 545 båtar med träskrov som har sin uppställningsplats intill Mälaren visas i figur 5. I samma figur visas även motsvarande för 655 plastbåtar och 29 träbåtar som har sin uppställningsplats intill Östersjön. I tabell 7 presenteras andelen båtar där medelvärdeshalten för tenn är lika med eller överstiger det av Stockholms stad satta rådgivande referensvärde på 100 $\mu\text{g Sn/cm}^2$.



Figur 5. Fördelning av medelvärdeshalter av tenn i bottenfärg på plast- och träbåtar med uppställningsplats vid Mälaren och vid Östersjön.

Fördelningen av tennhalterna under de fyra mätåren presenteras även i bilaga C för plastbåtar vid Mälaren, bilaga D för träbåtar vid Mälaren och i bilaga E för plastbåtar vid Östersjön.

Andelen båtar som ligger under kvantifieringsgränsen på $50 \mu\text{g Sn/cm}^2$ ökar med åren för plastbåtar vid Mälaren från 69 % år 2016 till 83 % år 2019 (Figur 5). För övriga kategorier varierar andelen båtar med lägre medelvärdeshalt än kvantifieringsgränsen mellan 60 och 82 % (Figur 5). Andelen båtar med högre halter sjunker, liksom för koppar och zink, med åren. Förändringen är dock inte lika tydlig som för koppar och zink eftersom antalet båtar med högre tennhalter är lägre.

Trenden att andelen båtar med högre tennhalter har sjunkit kan illustreras av att gränsen för de 10 % plastbåtar vid Mälaren som har de högsta halterna är $180 \mu\text{g Sn/cm}^2$ år 2016 för att år 2019 ha sjunkit till $120 \mu\text{g Sn/cm}^2$ (Bilaga C). Motsvarande har för träbåtar vid Mälaren denna gräns sjunkit från $230 \mu\text{g Sn/cm}^2$ år 2016 för att år 2019 ha sjunkit till $200 \mu\text{g Sn/cm}^2$ (Bilaga D).

Mätningarna av plast- och träbåtar som ligger vid Östersjön visar inte någon tydlig trend för minskande andel båtar med höga tennhalter (Figur 5 och Bilaga E). Mätningar av båtar vid Östersjön har bara utförts under tre år (2017-2019) och inte på lika många båtar som vid Mälaren.

5.2.3.1 Jämförelse med Stockholms stads rådgivande referensvärden för tenn

Stockholms stad har tagit fram ett rådgivande referensvärde på $100 \mu\text{g Sn/cm}^2$ för plastbåtar i Mälaren och Östersjön (Miljöförvaltningen 2019). I tabell 7 presenteras den totala fördelningen både för plast- och träbåtar med lika eller högre medeltennhalter än detta referensvärde.

Tabell 7. Procent båtar med tennhalt som är lika med eller överstiger det rådgivande referensvärdet på $100 \mu\text{g Sn/cm}^2$ under 2016, 2017, 2018 och 2019.

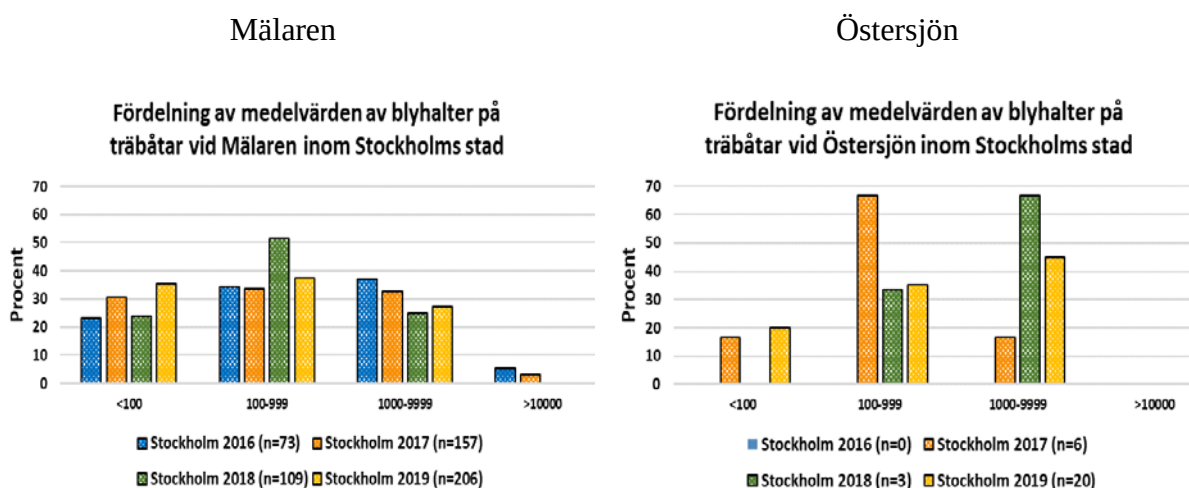
Årtal	Plastbåtar vid Mälaren Tenn $\geq 100 \mu\text{g/cm}^2$	Träbåtar vid Mälaren Tenn $\geq 100 \mu\text{g/cm}^2$	Plastbåtar vid Östersjön Tenn $\geq 100 \mu\text{g/cm}^2$	Träbåtar vid Östersjön Tenn $\geq 100 \mu\text{g/cm}^2$
2016	19	Inga data	16	Inga data
2017	16	8	18	Få data
2018	14	14	14	Få data
2019	11	14	17	Få data

Trenden för plastbåtar i Mälaren är att fler båtar har lägre tennhalter på sina båtbottnar och färre båtar har höga tennhalter. I denna kategori båtar är antalet mätta båtar flest och därmed är trenden säkrare. År 2016 var andelen båtar med tennhalter $\geq 100 \mu\text{g Sn/cm}^2$ vid Mälaren 19

% och har sjunkit till nästan hälften (11 %) för 2019 års mätta plastbåtar. För plastbåtar vid Östersjön och träbåtar vid Mälaren syns ingen trend utan andelen varierar mellan 8 och 18 %

5.2.4 Fördelning av blyhalter på plast- och träfritidsbåtar

Fördelning av medelvärdeshalter för bly för träbåtar med uppställningsplats vid Mälaren och vid Östersjön visas i figur 6. Plastbåtar är inte medtagna eftersom bly hos dessa vanligen endast finns i båtar som är gula, orangea eller röda. Detta beror på att blypigment har tillsatts i gelcoaten för att ge den önskade skrovkulören. Detta bly antas inte läcka ut till omgivningen. Ibland har bly även uppmätts på vita båtar men ofta har det då varit övermålade färgade båtar. I några fall har det inte varit övermålade båtar och det kan då möjligen vara någon blyförening som funnits i bottenfärgen. Eftersom flertalet plastbåtar där det uppmätts bly är gul-, röd- eller orangefärgade och troligen finns i gelcoaten och inte i bottenfärgen, så har det inte ansetts meningsfullt att presentera en graf för bly på samma sätt som för koppar, zink och tenn utan endast blyhalterna för träbåtar redovisas.



Figur 6. Fördelning av medelvärdeshalter av bly i bottenfärg på träbåtar med uppställningsplats vid Mälaren och vid Östersjön.

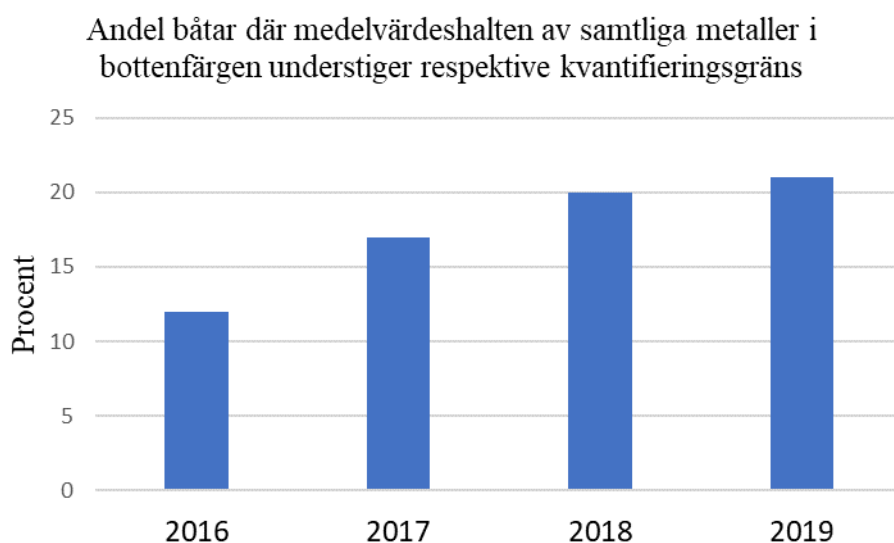
Fördelningen av blyhalterna under de fyra mätåren presenteras även i bilaga D för träbåtar vid Mälaren.

Kvantifieringsgränsen för bly ligger på 100 µg Pb/cm². För träbåtarna som ligger vid Mälaren har ca 33 % blyhalter under 100 µg Pb/cm², 33 % har medelvärdeshalter i intervallet 100 – 999 µg Pb/cm² och ca 33 % har medelvärdeshalter i intervallet 1000 – 9999 µg Pb/cm² (Figur 6). Vad gäller träbåtar vid Östersjön är det så få mätta båtar att det inte är meningsfullt med beräkningar.

Trenden att andelen båtar med högre blyhalter har sjunkit kan illustreras av att gränsen för de 25 % träbåtar vid Mälaren som har de högsta halterna är 2400 µg Pb/cm² år 2016 för att år 2019 ha sjunkit till 1100 µg Pb/cm² (Bilaga D).

5.2.5 Andel båtar med metallmedelhalter lägre än kvantifieringsgränsen.

En fördelning har tagits fram för båtar där samtliga medelvärden av de mätta metallerna understiger respektive kvantifieringsgräns jämfört med antal mätta båtar per båtklubb. Kvantifieringsgränsen har varit 100 µg/cm² för koppar, zink och bly och 50 µg/cm² för tenn. Gula, orangea och röda båtar som endast har bly men inga av de övriga metallerna över kvantifieringsgränsen har medräknats. För dessa båtar ingår bly som pigment i gelcoaten och antas inte läcka ut till omgivningen.



Figur 7. Fördelning i procent av båtar utan några medelvärdeshalter högre än kvantifieringsgränsen av metallerna koppar, zink och tenn på fritidsbåtar inom Stockholms stad åren 2016, 2017, 2018 och 2019.

Andelen båtar där medelvärdeshalten av samtliga mätta metaller understiger respektive kvantifieringsgräns har ökat med åren. Det är dock en stor spridning mellan båtklubbarna där de klubbar som har lägst andel ligger på 4-5 % och båtklubben med högst andel, där 80 % av båtarnas medelvärdeshalter av koppar, zink, tenn och bly understiger respektive kvantifieringsgräns.

5.2.6 Medelvärden och spridningsmått.

Mätningarna med åtta punkter på varje båt visar 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 8.

Tabell 8. Medelvärde, standardavvikelser och relativa standardavvikelse från åtta mättningsresultat från totalt 3167 båtar.

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

Resultaten visar en stor spridning av uppmätta halter inom en båt som troligen beror på att färgen är olika tjock på olika platser på undervattenskroppen. 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 vårustningen och vid bättringsmålning och nymålning av bottenfärgen.

Den relativa standardavvikelsen ligger 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 ca 5 %. Det innebär att den största osäkerheten hos de angivna mätresultaten beror på fördelningen av metaller i bottenfärgslagren på båten.

På de båtar där alla metallhalter ligger under kvantifieringsvärdet är den relativa standardavvikelsen 0.

5.3 Jämförelse av medel- och medianvärden

Vid båtskrovsmätningarna har åtta platser mätts per båt, tre på vardera sidan av skrovet och två på aktern eller rodret (Fig 1). I rapporterna har förutom alla enskilda värden även medelvärden av dessa mätningar angivits. Man kan också tänka sig att istället för medelvärden beräkna medianvärden. Medianvärden påverkas inte lika mycket som medelvärden av enstaka extremvärden. Nedan jämförs medelvärden med medianvärden för drygt 700 mätpar för koppar, zink och tenn och ca 170 mätpar för bly.

5.3.1 Medel- och medianvärden för koppar

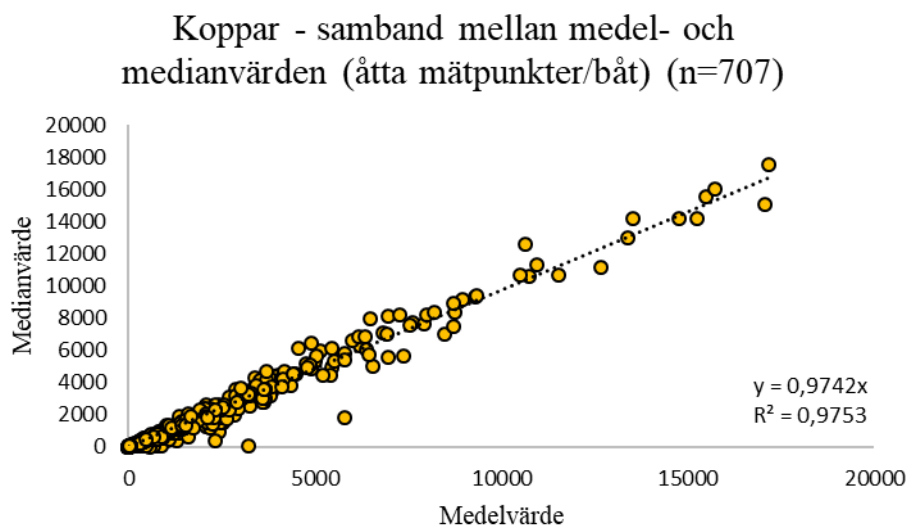


Fig 8 . Korrelation mellan medel- och medianvärden för kopparhalter på bottenfärg hos båtar.

Jämförelsen av medel- och medianvärden för 707 mätpar för kopparhalter på båtskrov visar mycket god överensstämmelse med ett R^2 värde på 0,98. Det vill säga att medelvärdet av de åtta mätta punkterna stämmer bra överens med medianvärdet och ligger i huvudsak på en rät linje. Några punkter som avviker beror på att kopparhalterna var betydligt högre på rodret/aktern och detta drar upp medelvärdet i förhållande till medianvärdet.

5.3.2 Medel- och medianvärden för zink

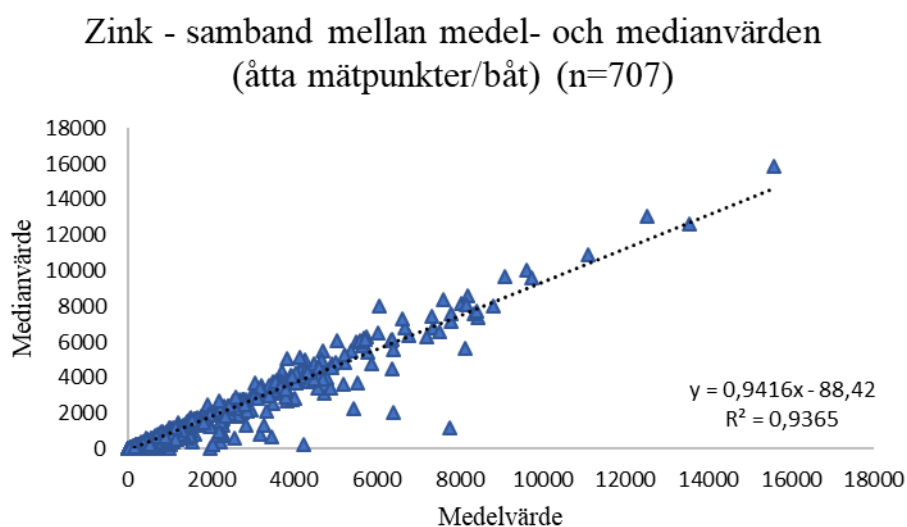


Fig 9 . Korrelation mellan medel- och medianvärden för zinkhalter på bottenfärg hos båtar.

Jämförelsen av medel- och medianvärden för 707 mätpar för zinkhalter på båtskrov visar mycket god överensstämmelse med ett R² värde på 0,94.

Även här beror de avvikande punkterna på stora skillnader i mätvärdena med ofta högre halter på rodret/aktern som drar upp medelvärdet jämfört med medianvärdet.

5.3.3 Medel- och medianvärden för tenn

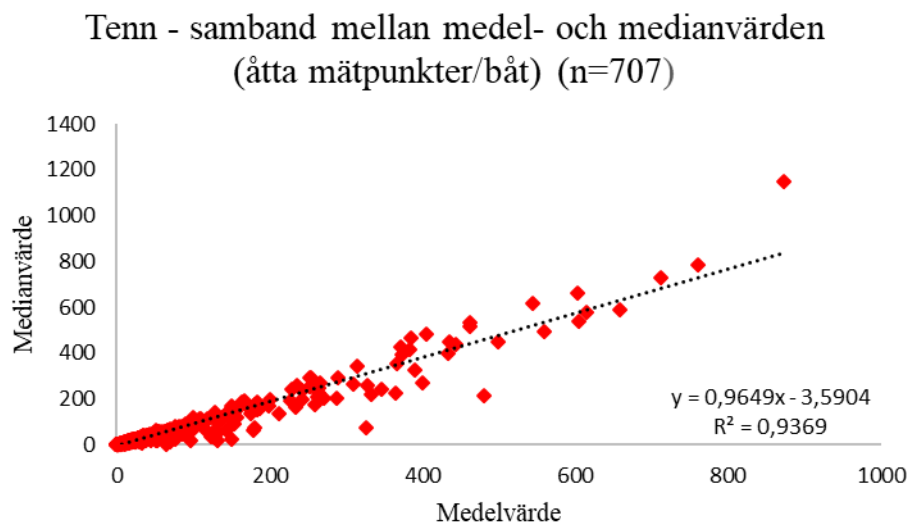


Fig 10 . Korrelation mellan medel- och medianvärden för tennhalter på bottenfärg hos båtar.

Jämförelsen av medel- och medianvärden för 707 mätpar för tennhalter på båtskrov visar mycket god överensstämmelse med ett R² värde på 0,94.

För den översta avvikande punkten fanns det många fler värden som var höga än som var låga och därför blev medianvärdet högre än medelvärdet. Däremot för de punkter som ligger under linjen var det liksom för koppar och zink några högre halter, ofta på rodret/aktern som drar upp medelvärdet.

5.3.4 Medel- och medianvärden för bly

Bly är vanligast förekommande på träbåtar. I figur 11 presenteras sambandet mellan 171 datapar för träbåtar. Flera träbåtar har blyhalter som överskrider det maximala värdet som instrumenten är kalibrerade för. Dessa datapar är därför inte medtagna i figur 11.

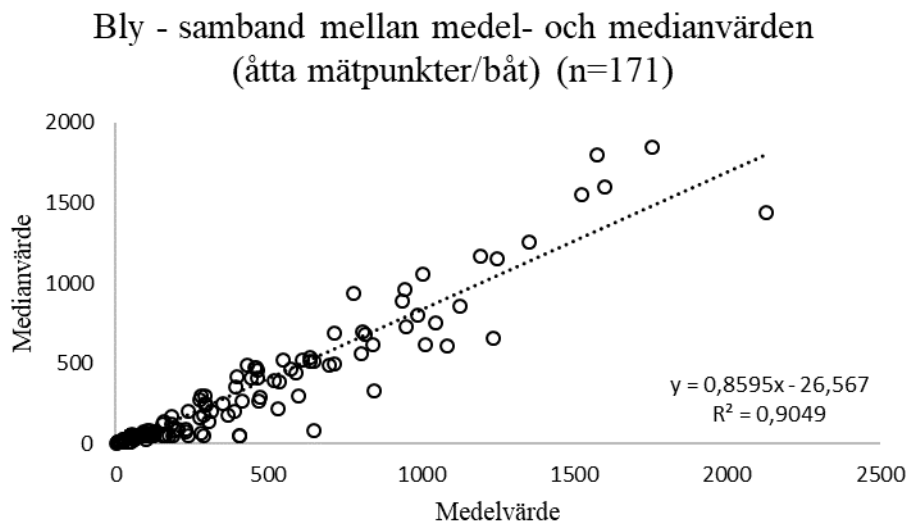


Fig 11 . Korrelation mellan medel- och medianvärden för blyhalter på bottenfärg hos träbåtar.

Jämförelsen av medel- och medianvärden för 171 mätpar för blyhalter på träbåtskrov visar god överensstämmelse med ett R² värde på 0,90. Det är något större spridning mellan medel och medianvärdena för bly jämfört med koppar, zink och tenn.

De båtar där det uppmäts bly är framförallt äldre träbåtar som har varit behandlade med blymönja. Många av dessa äldre båtar har tjocka färglager som delvis kan maskera XRF-signalen från det bakomliggande skrovet och som bidrar till en ökad spridning. Ibland har rodet inte varit behandlat utan bara skrovet. Detta ökar också skillnaden mellan medel och medianvärdet.

6. DISKUSSION

Under de fyra år som Stockholms stads inventeringsprojekt av metaller i bottenfärger på fritidsbåtar har pågått, har det skett en utveckling mot att fler båtar har lägre halter av biocidmetaller i bottenfärgen och att det finns fler båtar där samtliga medelvärdeshalter är lägre än kvantifieringsgränsen för respektive metall. Plastbåtarna dominerar och utgör 88 % av det totala antalet mätta båtar. Träbåtarna utgör totalt 9,5 % av de undersökta båtarna. Siffrorna som är framtagna för plastbåtar vid Mälaren är de mest säkra eftersom de baseras på drygt 4400 båtar. Jämförelserna av plastbåtar vid Östersjön baseras på mätningar av 655 båtar. Jämförelserna av träbåtar baseras på 545 båtar som ligger vid Mälaren. Vid Östersjön har endast 29 träbåtar mätts och dataunderlaget är här för lågt för att göra tillförlitliga beräkningar. Båtarna fördelar sig på 46 båtklubbar och sex varvsföreningar inom Stockholms stad. Av dessa låg sju båtklubbar och en varvsförening vid Östersjön och resten vid Mälaren vilket förklarar att antalet båtar i de olika kategorierna skiljer sig.

Mätmetoden som använts är en screeningmetod där åtta mätpunkter mäts på olika sektorer på båtskrovet. Dessa data används för att beräkna medelvärden. Jämförelsen av att använda

medel- respektive medianvärden visar att de överensstämmer väl i de allra flesta fall och pekar på att båda sätten kan fungera bra. Resultaten överensstämmer också väl med liknande jämförelse av båtar i Finland, Danmark och Tyskland (Eklund och Watermann 2018). I Happy Boats rapporter till båtklubbarna redovisas samtliga mätvärden för koppar, zink och tenn plus medelvärden av dessa, samt även medelvärde för bly. Med detta får man som regel en god överblick av mängden metaller i bottenfärgen och kan avgöra om båten behöver åtgärdas eller ej.

Analysen av spridningen av mätvärden för en enskild båt baserat på 3167 olika båtar visar att spridningen är hög. Mätvärdenas relativa standardavvikelse var 174, 148, 175 % för koppar, zink respektive tenn. Den höga spridningen beror troligen på ojämna färglager på båtbottnen som kan ha orsakats av att färgen slits olika beroende på placering på båten, ojämnheter som uppstått i samband med slipning och skrapning, samt ojämn påstrykning av ny färg. Ofta är metallhalterna högre på rodret/aktern. En trolig förklaring är att båtägare gärna målar ett extra lager på rodret ifall man har lite färg över. Vanligt är att påväxtrycket är extra stort just på rodret eller aktern.

Sammantaget visar resultaten en minskning av halterna av koppar och zink på båtbottnarna. Minskningen av koppar och zink i bottenfärgen syns tydligast för plastbåtar som ligger vid Mälaren. Vid jämförelse med det av Stockholms stad framtagna rådgivande referensvärdet (Miljöförvaltningen 2019) för koppar på plastbåtar vid Mälaren ($1000 \mu\text{g}/\text{cm}^2$) har andelen i denna kategori minskat från 61 % år 2016 till 30 % år 2019. Likaså har andelen båtar med tennhalt som överskrider det rådgivande referensvärdet på $\geq 100 \mu\text{g Sn}/\text{cm}^2$ för plastbåtar halverats från 19 % år 2016 till 11 % år 2019. Även för träbåtar vid Mälaren har andelen båtar med kopparhalter överstigande det rådgivande referensvärdet för plastbåtar sjunkit om än inte lika kraftigt som för plastbåtarna. Dessa sjunkande halter av farliga ämnen på båtbottnarna tyder på att de gällande regler där kopparinnehållande bottenfärger inte får användas i sötvatten har börjat få genomslag. Många båtklubbar har också påbörjat saneringsåtgärder av båtar med högre koppar- och tennhalter som börjat ge effekt.

För båtar som ligger vid Östersjön och för träbåtar med höga tennhalter vid Mälaren syns inga tydliga trender. Andelen av medeltennhalten lika med eller över Stockholms stads rådgivande referensvärde på $100 \mu\text{g Sn}/\text{cm}^2$ ligger mellan 8 och 18 %. Dataunderlaget för dessa kategorier är lägre än för plastbåtar vid Mälaren och därför är trender svårare att urskilja. En orsak kan också vara att det skiljer sig mellan båtklubbar/varvsföreningar hur länge de har arbetat med att införa efterlevnad av de existerande miljöreglerna för bottenfärger. Några båtklubbar har kommit långt och en båtklubb mätt 2019 visar resultat där medelvärdeshalten för 80 % av båtarna ligger under kvantifieringsgränsen för samtliga mätta metaller.

Sammantaget tyder resultaten på att Stockholms stads inventeringskampanj har haft avsedd effekt nämligen att minska mängden metaller som kan spridas på mark och i vatten i Stockholmsområdet.

Idag finns inget nationellt riktvärde för vad som ska anses vara högt eller lågt för de olika metallerna. Stockholms stads rådgivande referensvärden för plastbåtar vid Mälaren och

Östersjön kan vara en vägledning intill att det beslutas om nationella riktvärden. Mer information finns på Stockholms stads hemsidor för fritidsbåtar och båtklubbar.

Trosa 2019-12-31, reviderad 2020-04-14

Britta och Göran Eklund

HappyBoat AB

7. REFERENSER

Relevanta referenser till området.

Council Directive 1989, 89/677/EEC of 21 December 1989 amending for the eighth time Directive 76/769/EEC on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations. 31989L0677R(01) and (02).

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. (2014) Pleasure boat yard soils are often highly contaminated. *Environmental management*. Volume 53, Issue 5 (2014), Page 930-946. doi:10.1007/s00267-014-0249-3

Eklund, B., Johansson, L., Ytreberg, E. (2014) Characterization and risk assessment of a boatyard for pleasure boats. *Journal of soil and sediments*. Volume 14, Issue 5 (2014), Page 955-967. 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 doi: 10.1007/s11356-018-1614-1

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 (2016), pp 10146–10157 doi: 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.

Moksnes, P-O., Erlander, L., Hansen, J., Albertsson, J., Andersson, M., Bergström, U., Carlström, J., Egardt, J., Fredriksson, R., Granhag, L., Lindgren, F.m Nordberg, K., Wendts, I., Wikström, S., Ytreberg, E. 2019. Fritidsbåtars påverkan på grunda kustekosystem i Sverige. *Havsmiljöinstitutets rapport nr 2019:3*, 158 sid.

Naturvårdsverket 2016. Riktvärden för förorenad mark. Rapport 5976-7. ISBN 678-91-620-5976-7.

Stockholms stads miljöförvaltning 2019. Miljöförvaltningens rådgivande referensvärden för utfasning av biocider på båtskrov. April 2019. <https://tillstand.stockholm/batklubbar/>

Ytreberg, E., Lundgren, L., Bighiu, MA, 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.