

Ny vägledning för att detektera och mäta tennorganiska föreningar

Erik Ytreberg

IVL

Maria Lagerström

Chalmers Tekniska Högskola

Lina Peterson

Transportstyrelsen



Arbete bakom XRF-metoden

- Havs- och vattenmyndigheten fick i juli 2011 uppdrag från regeringen att i samråd med Naturvårdsverket och Transportstyrelsen kartlägga och utreda miljöpåverkan av båtbottentvättning för att ta fram riktlinjer och riktvärden.
- provtagningskampanj av spolplattor från 38 båtupptagningsplatser runt om i Sverige
- Tydligt att TBT sprids från båtar vid underhållsarbete
- Arbete startade på Stockholms Universitet, lett av Britta Eklund tillsammans med Lennart Lundgren och Erik Ytreberg för att utreda om handhållna XRF-instrument kan användas för att detektera båtar som fortfarande har färglager som innehåller tennorganiska ämnen



2011-2014

Metodkoncept

- Utveckling av XRF-metoden
- Vetenskaplig publikationen om XRF-metoden, med förslag att den bör användas till screening av förbjuden tennfärg på fritidsbåtar



2014-2016

Samband tenn och tennorganiska föreningar

- Utveckling av nya kemiska metoder för att extrahera ut tenn och tennorganiska föreningar ur färgflagor
- Starkt samband mellan totalt tenn och tennorganiska föreningar



2017

Utredning av osäkerheter, kalibrering, praktiskt utförande och förslag på riktvärde

- 1-årigt projekt för Transportstyrelsen
- Dec 2017: slutrapport



Ny vägledning för att detektera och mäta tennorganiska föreningar

Arbetet bakom handböckerna



Maria Lagerström
Erik Ytreberg
Jessica Näsström
Amanda Nylund

Två handböcker

2023

XRF-mätning för identifiering av båtar med
förbjuden tennorganisk färg på skrovet

- Handbok för utförande och bedömning av mätningar



Rapport:

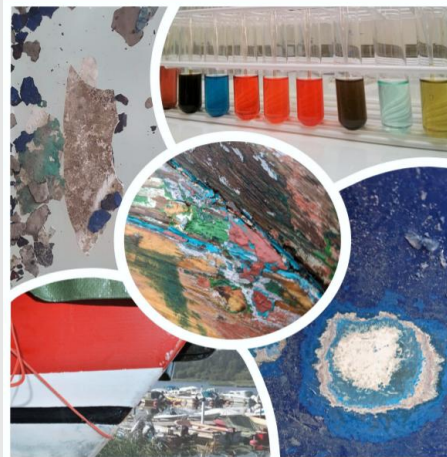
Kvalitetssäkring av XRF-
mätningar av tenn på
fritidsbåtar

- För en harmoniserad och
likvärdig bedömning av
tennhalter på fritidsbåtar

2024

Kemisk analys för identifiering av båtar med
förbjuden tennorganisk färg på skrovet

- Handbok för skrapning och analys av båtbottnfärger

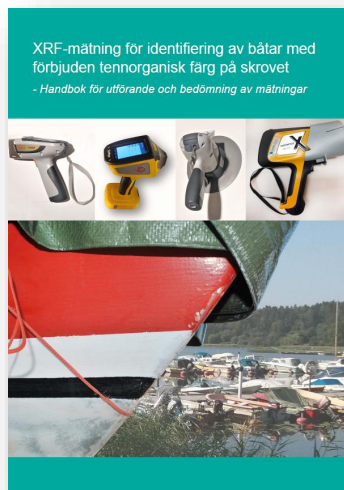


Rapport:

Tennorganiska föreningar
i färgavskrap från
fritidsbåtar

- Provtagning, kemisk analys
och bedömning av resultat

Rekommendationer för XRF-mätning



1 Teknik



Lämplig XRF-instrumentering med intyg



Lämplig mättid

2 Mätning



Endast på skrov som instrumentets applikation avser



Mätning av kontrollprov



Mätning i 8 punkter

3 Bedömning



Avser om indikation på tennorganiska föreningar finns eller ej



Utvärdering av enskilda mätvärden mot riktvärdet på $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$

Figur 1 Schematisk översikt av förfarandet vid XRF-mätning och bedömning av tennhalter på fritidsbåtsskrov.

Tekniken

Mål: likvärdig mätning

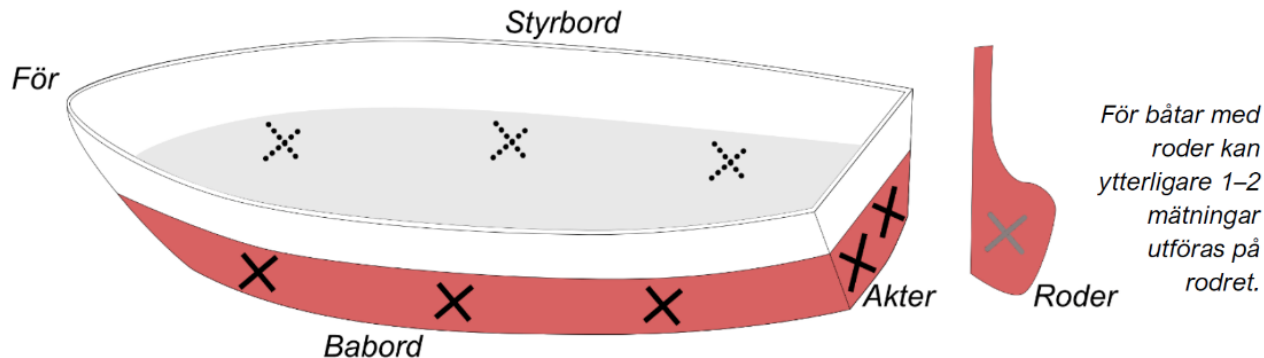
- Får man samma resultat med olika XRF-instrument?
Om nej, kan man korrigera mätdata?
- Utvärdering av 10 XRF-instrument
- 7 av 10 krävde korrigering av mätdata
- Generell rekommendation: XRF-instrument ska ha ett intyg på att applikationens kalibrering blivit kvalitetssäkrad för mätning av tenn i färg



Mätpunkter

Mål: harmoniserat förfarande

- Diskussioner fysiskt (workshop) och online (webbinarium)
- XRF-utövare, båtorganisationer, småbåtshamnar, myndigheter, båtklubbar tillsynsmyndigheter, företag, etc.
- Samsyn om att mäta:
 - 8 punkter - 4 punkter/sida (en bit nedanför vattenlinjen)
 - Ej köl då dessa kan vara av annat material än resten av skrovet
 - Roder – frivilligt



Bedömning

Visar XRF-mätning indikation på att tennorganiska föreningar förekommer någonstans på skrovet?

- Föreslaget riktvärde på $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$
- Togs fram för bedömning av **enskild mätpunkt**, men användes istället av samtliga användare på ett beräknat **medelvärde**
- Användning av medelvärde ökar risken för typ II fel (falsk negativ/**att felaktigt fria**)
- Bedömning ska ske för varje enskild punkt, men **förekomst** i en punkt **bekräftas med ytterligare mätningar**

Uppmätta tennhalter ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) på 4 båtar, tennorganiska föreningar påvisade i skrapprov från samtliga båtar



886.8
654.0
577.6
420.3
593.5
952.9

681
medelvärde
($\mu\text{g}/\text{cm}^2$)



28.8
647.0
16.8
21.4
13.2
39.5
7.4

111



4.0
140.4
42.1
58.6
103.3
13.8
4.0

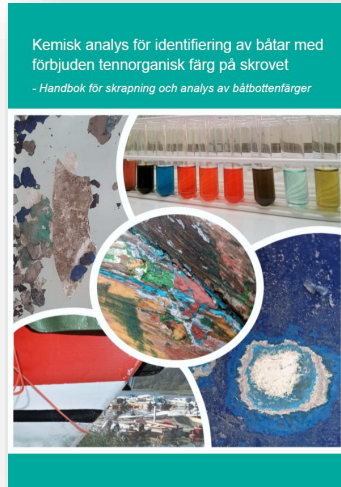
60



640.2
695.4
1054.8
588.4
422.7
798.6
124.2

618

Rekommendationer för skrapprov



- Förfarande för skrapning framtaget (i dialog med ALS Scandinavia och SBU)
- Analysmetoden – förutsättningar och osäkerheter (i dialog med ALS)
- Bekräftat att TOF inte förekommer i kvantifierbara mängder i dagens färger (kopparfärger, silikonfärger)

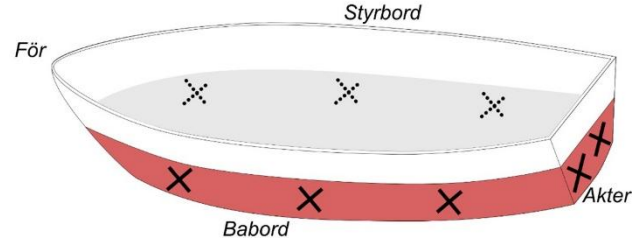
I korthet

Skrapning

- **Samlingsprov** från 8 punkter – kemiska analysen är mycket känslig (och dyr)
- ”Svagaste länken” = skrapningen – behöver utföras korrekt

Kemisk analys & tolkning

- Visar analys att någon tennorganiska föreningar förekommer på skrovet?
- Jämförelse mot **kvantifieringsgränsen** (100 mg/kg)
- Om någon TOF > kvantifieringsgränsen = förekomst bekräftad



De två metoderna

Tabell 4. Jämförelse mellan kemisk analys av färgflagor och XRF-analys av ett skrov.

	Kemisk analys av färgflagor	XRF-analys av skrov
Typ av analys	Direkt <i>Mätning av tennorganiska föreningar</i>	Indirekt <i>Mätning av tenn som en proxy för tennorganiska föreningar</i>
Analyter	Tennorganiska föreningar, Cu, Zn, Pb	Sn, Cu, Zn, Pb
Provtagning	Ja <i>Skrapning av färg i flera provpunkter, ger åverkan på skrovet</i>	Nej <i>Mätning direkt på skrovet med icke-destruktiv analysteknik</i>
Antal provpunkter på skrovet	8 <i>Med inskickning av ett samlingsprov</i>	8 <i>Analys i 8 enskilda punkter</i>
Tidsåtgång	12–14 dagar <i>Från skrapning till analysresultat</i>	ca 5–10 minuter <i>Gäller enbart tiden för mätning av den enskilda båten, ej att gå utbildning i att använda XRF-instrumentet vilket ibland kan krävas.</i>
Kostnad per båt	3500 SEK <i>Avser endast kostnad för kemisk analys (uppskattad kostnad från ALS, december 2023) och ej återställning av färgskiktet på skrovet.</i>	Svenska Båtunionen: 250 SEK <i>Gäller vid uthyrning till Svenska Båtunionens medlemsklubbar, där mätning utförs av internt utbildade och certifierade mätföräntare.</i> Västerås Stad: 0 eller 500 SEK <i>Gratis mätning har erbjudits all som hyr båtplats av staden. Annars är kostnaden 500kr/båt.</i> Happy Boat AB: 400–1000 SEK <i>Priset varierar med antalet båtar från 400 kr (≥ 100 båtar) till 1000 kr (≤ 5 båtar) per båt. Till priset tillkommer inställelsekostnad (1200 kr plus moms) samt resekostnad för mätkonsulten.</i>
Tillgänglighet	Mycket god <i>Alla har möjlighet att skrapa och skicka in ett prov</i>	God <i>Kräver tillgång till ett XRF-instrument och någon som vet hur man mäter med det</i>



Vägledning detektering & mätning TOF

Lina Petersson

Syfte & Innehåll i vägledningen

- **Ny vägledning 2025;** *Kompletterande upplysningar Vägledning för detektering och mätning av tennorganiska föreningar på fritidsbåtskrov*
- Arbetet har pågått sedan 2016 (**Skrovmålet**) och ingår i Åtgärdsprogrammet för havsmiljön (**ÅPH**) **åtgärd 17** - Minskad spridning av farliga ämnen från fritidsbåtar
- Hur tennorganiska föreningar på båtskrov kan **detekteras och mätas**.
- Bygger på de två **handböckerna** från Chalmers
- Riktat sig till de som ska undersöka om det finns TOF på ett båtskrov, exempelvis **båtägare, båtklubbar, båtorganisationer och andra intressenter**

Rekommenderade metoder – XRF-mätning

- **XRF-mätning** (röntgenfluorescens) - en icke-destruktiv metod som mäter tennhalten i färslagren. Tennhalten ska mätas i åtta olika punkter jämnt fördelade på skrovet en bit under vattenlinjen. Halten i varje punkt ska jämföras med riktvärdet.
- Ytterligare **tre mätningar** inom en radie av 10 cm från den ursprungliga punkten. Om riktvärdet överskrids ska det anses bekräftat förekomst av TOF.
- Fastslaget **riktvärde** på 100 $\mu\text{g Sn/cm}^2$. Om halten överstiger 100 $\mu\text{g/cm}^2$ på båtskrovet anses TOF med säkerhet förekomma.
- Båten får **inte användas** innan TOF har omhändertagits.

Rekommenderade metoder - Skrapprov

- **Skrapprov och kemisk analys** - en provtagning av färgskrap från båtskrovet som analyseras i laboratorium för att identifiera specifika TOF.
- Färgskrap som samlas från **åtta punkter** jämnt fördelade över skrovet och placerade en bit nedanför vattenlinjen.
- Skrapa så att **alla färglager** kommer med
- Läggs ihop till ett **samlingsprov** som sedan skickas på analys.
- Om någon har halter över kvantifieringsgränsen **kvantifieringsgränsen** 100 mg/kg är konstaterad förekomst av TOF
- Båten får **inte användas** innan TOF har omhändertagits