

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

- *Handbok för utförande och bedömning av mätningar*



Bakgrund

Tennorganiska föreningar såsom tributyltenn (TBT) är, på grund av sina mycket giftiga egenskaper mot vattenlevande organismer, inte tillåtna att användas i båtbottenfärger för fritidsbåtar i Sverige sedan 1989. Trots att dessa färger varit förbjudna i över tre decennier påträffas fortfarande tennorganiska föreningar på båtskrov och riskerar därmed att spridas till naturen.

Mätning av tenn på båtskrov med handhållna XRF-instrument är ett effektivt sätt att screena båtar för förekomst av förbjuden tennfärg. Mätmetoden är snabb och gör ingen åverkan på skrov eller färgyta.

Den här handboken är framtagen för att harmonisera mätning och bedömning av tennhalter på båtskrov med XRF och vänder sig till utövare av XRF-mätningar och tillsynsmyndigheter.

Handboken är indelad i 3 delar (Teknik, Mätning och Bedömning) och beskriver det viktigaste att beakta vid de olika momenten (**Figur 1**). Bedömningen är avgränsad till att avgöra om XRF-mätningar indikerar att tennorganiska föreningar förekommer eller inte förekommer någonstans på skrovet. Handboken tar inte upp om eller hur denna bedömning ska ligga till grund för eventuella åtgärder.

En mer utförlig beskrivning och redovisning av hur rekommendationerna tagits fram finns att läsa i rapporten *"Kvalitetssäkring av XRF-mätningar av tenn på fritidsbåtar - För en harmoniserad och likvärdig bedömning av tennhalter på fritidsbåtar"*.



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

1 Teknik

Denna del behandlar det som är viktigast att ta hänsyn till när det kommer till XRF-utrustningen som används vid mätning. Utöver de tekniska kraven listade nedan rekommenderas även att den som mäter med XRF bör ha genomgått träning eller kurs i mättekniken, särskilt för att vara medveten om aspekter relaterade till strålskyddssäkerhet.

Röntgenrör på 50 kV

För att kunna detektera tenn med lägsta möjliga detektionsgräns och så djupt ner i färglagren som möjligt bör instrumentets röntgenrör ha en spänningkapacitet på 50kV. Resultat från ett instrument med lägre spänningkapacitet (exempelvis 40 kV) är inte likvärdiga och bör därför inte användas. Instrument med röntgenrör på 50kV är alltid utrustade med ett blyhölje, antingen inbyggt i instrumentet eller som ett separat tillbehör som fästs på instrumentet. Följ tillverkarens rekommendationer för strålskyddssäkerhet vid mätning.

Lämplig kalibrering

Handhållna XRF-instrument är utrustade med olika så kallade "applikationer". Applikationerna är specifika för en särskild typ av prov. För mätning av tenn på båtar ska en applikation som är lämplig för mätning av tenn i färg användas. Instrumentet ska ha ett intyg på att applikationens kalibrering blivit kvalitetssäkrad för mätning av tenn i färg. Korrigering av mätresultat bör utföras om detta rekommenderas i intyget. För att möjliggöra jämförelse mot det föreslagna riktvärdet (se del 3) bör resultaten erhållas i mätenheten $\mu\text{g}/\text{cm}^2$.

Lämplig mättid

En för kort mättid kan ge osäkra resultat. Används mättider under de som är rekommenderade av instrumentets tillverkare är det viktigt att relevanta tester utförts för att säkerställa att mätningen håller lika god kvalitet (precision). Samma mättid bör användas vid alla mätningar.



2

Mätning

Här beskrivs hur mätning på båtar uppställda på land ska gå till och vad som är viktigt att tänka på innan mätningarna utförs.

Mät endast på den typ av skrov som kalibreringen tillåter

Mätningar bör endast ske på den typ av skrov som instrumentets applikation avser, för att undvika missvisande resultat. Vissa instrument har applikationer som kan mäta på alla slags skrov (plast, trä och metall), medan andra endast är lämpliga för ett visst skrovmaterial.

Mät på kontrollprov

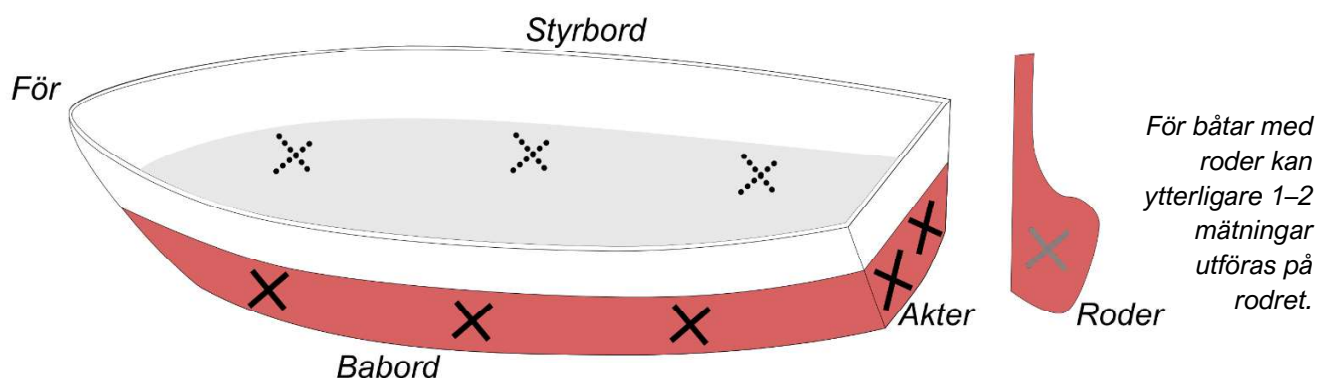
XRF-mätningarnas kvalitet bör säkerställas genom mätning av kontrollprov, d v s prov med fastställd tennhalt. Dessa mäts kontinuerligt för att verifiera instrumentets prestanda över tid. Mätning av kontrollprov bör utföras innan mätningarna påbörjas och när samtliga analyser för dagen är utförda.

Mät i 8 punkter på skrovet

Mätning ska ske i åtta punkter på skrovet med fyra mätningar på styrbord respektive babord sida (**Figur 2**). Punkterna bör vara jämnt fördelade längs sidorna och placerade en bit nedanför vattenlinjen. För båtar med akterspegel mäts tre punkter på vardera sida, samt två punkter på akterspegeln.

Har båten ett roder kan ytterligare (1–2) mätpunkter placeras där, men endast om rodrets material är kompatibelt med applikationens kalibrering. Inga mätningar bör utföras på kölen. En inledande mätning på fribord kan utföras för att kontrollera eventuell bakgrundshalt.

Det är rekommenderat att mätning i de olika punkterna utförs i samma ordning på alla båtar som undersöks. Tjocka färglager minskar instrumentets möjlighet att detektera tennsignalen från eventuell underliggande tennorganisk färg. Punkterna kan därför med fördel placeras där undre färglager är synliga.



Figur 2 Rekommendation för placering av de åtta mätpunkterna.

3

Bedömning

Halter uppmätta i åtta punkter används för att göra en samlad bedömning av skrovet. Här avser bedömningen svara på följande fråga: visar XRF-mätningarna indikation på att tennorganiska föreningar förekommer *någonstans* på skrovet?

Tillämpning av föreslagna riktvärdet

Det föreslagna riktvärdet för XRF-mätning av tenn på $>100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ är framtaget för att indikera om tennorganiska föreningar finns i den aktuella mätpunkten. Riktvärdet bör därför inte användas för bedömning av ett beräknat medelvärde.

Bedöm varje enskild punkt

I vardera av de åtta punkterna, ska den uppmätta halten direkt jämföras mot det föreslagna riktvärdet för tenn. Om halten i punkten överstiger $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ ska ytterligare tre mätningar utföras innan man går vidare till nästa punkt på skrovet. De extra mätningarna ska göras inom en radie på 10 cm från den ursprungliga punkten.

Överskridning av det föreslagna riktvärdet i punkten anses ha bekräftats om åtminstone en av dessa tre extra mätningar uppvisar halter över $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$. Om ingen av de extra mätningarna överstiger $100 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ anses överskridning inte ha bekräftats i den aktuella punkten.

Utför en samlad bedömning

Baserat på de enskilda bedömningarna av de åtta punkterna görs en samlad bedömning på följande vis (**Figur 3**):

- Om överskridning av det föreslagna riktvärdet bekräftats i någon av de åtta punkterna har en indikation på att tennorganiska föreningar förekommer kunnat påvisas.
- Om överskridning av det föreslagna riktvärdet varken uppmätts eller bekräftats i någon av de åtta punkterna har ingen indikation på att tennorganiska föreningar förekommer kunnat styrkas.



Figur 3 Beslutsdiagram för samlad bedömning av XRF-uppmätta tennhalter på ett skrov.

Denna handbok är framtagen som en del av projektet "Kvalitetssäkring av XRF-mätningar av tenn på fritidsbåtar", finansierat av Havs- och vattenmyndigheten (Dnr 2860–22).

En mer utförlig beskrivning och redovisning av hur rekommendationerna tagits fram finns att läsa i rapporten "Kvalitetssäkring av XRF-mätningar av tenn på fritidsbåtar - För en harmoniserad och likvärdig bedömning av tennhalter på fritidsbåtar". Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från Havs- och vattenmyndighetens sida.



CHALMERS

Chalmers Tekniska Högskola 2023
Jessica Näsström, Maria Lagerström, Erik Ytreberg