

Marin skrovpåväxt

– Ett besvärligt miljöproblem



Kjell R Johansson

Virtue - Naturvetenskap i skolan
LBIO08 7,5 hp, HT 2014
Institutionen för biologi
och miljövetenskap
Göteborgs universitet



Omslagsbild ur www.virtuedata.se. Göteborgs universitet, Naturvetenskapliga fakulteten.
Bilden visar en öppen havstulpan med utsträckta fångstarmar. Foto: Anders Larsson.

Göteborg 17 januari 2015

Författare

Kjell R Johansson

Titel

Marin skrovpåväxt – Ett besvärligt miljöproblem.

Handledare

Mikael Olsson, universitetslektor vid Institutionen för biologi och miljövetenskap, Göteborgs universitet.

Kort sammandrag

Arbetet, ett projektarbete i form av B-uppsats, behandlar kortfattat skrovpåväxt på båtar och fartyg i havsmiljö och denna påväxts negativa inverkan hydrodynamiskt, samt några miljömässiga aspekter avseende användning av motmedel som olika antifouling och mekanisk skrovrengöring med flera.

Projektarbetet exemplifierar hur Virtue-konceptet kan användas i undervisning för att åskådliggöra ett besvärligt marint problem. Genom Virtues undersökningsmetodik kan elever och kursdeltagare på ett enkelt sätt även utveckla och anpassa metodiken för att experimentellt undersöka möjligheter till problemlösning.

Det finns i arbetet en nära koppling mellan problem och målgrupp och genom Virtueundersökningen skapas en konkret möjlighet att praktiskt kunna vidta åtgärder för att minimera problemet. Skrovpåväxtminimering genom ombasering till en gynnsammare förtöjningsplats kan ge en rent ekonomisk och en miljömässig vinst.

Kursdeltagarna utgörs av en bogserbåtsbesättning och ett mål är att kunna minska bränsleförbrukningen under gång och därmed göra en ekonomisk och miljömässig vinst samtidigt som deras medvetenhet om ett marint problem ökas.

Ämnesord

Antifouling, bottenfärg, Sjötulpan, Virtue.

Innehållsförteckning

i	Innehållsförteckning	5
ii	Facktermer och akronymer med förklaringar	7
1	Inledning	9
2	Målgrupp	11
3	Bakgrund	13
	3.1 Innan kursstart	13
	3.2 Larvsetling för havstulpaner	14
	3.3 Bottenmålning av fartyget	14
	3.4 Intressanta Virtueparametrar	15
	3.5 Skrovrengöring och påväxtskydd.....	15
4	Mål och syfte	17
5	Planering	19
	5.1 Tillstånd	19
	5.2 Årsdata ur databaser.....	19
6	Materiel	21
	6.1 Förbrukningsmateriel.....	21
	6.2 Normalt Virtuerack	21
	6.3 Antifoulingrack	22
	6.4 Mätinstrument, ämbar med mera	22
7	Genomförande	23
8	Utvärdering	25
9	Litteraturförteckning	27

Facktermer och akronymer med förklaringar

Antifouling	Färg eller annan substans avsedd för påväxthämning på båtskrov.
Virtue	Akronym för <i>Virtual University Education</i> . Virtue startade som ett forsknings- och utbildningsprojekt, men medan forskningsprojektet avslutades år 2002 så har det populära skolprojektet fortsatt engagera elever och lärare i Sverige och utomlands. ¹

¹ Göteborgs universitet, Naturvetenskapliga fakulteten, (2015-01-16), <http://science.gu.se/samverkan/skolkontakter/grundskolan/virtue/om-virtue>,

1 Inledning

Marin påväxt på ett båt- eller fartygsskrov påverkar detta negativt hydrodynamiskt vid gång genom vattnet genom ökad friktion, strömningsavlösning och turbulens med mera. Ökad skrovfriktion medför att bränsleförbrukningen ökar, och därmed även avgasemissionerna. Friktionen ökar med ökad fart genom vattnet och för utombordsmotorer innebär detta inte enbart ökade utsläpp till atmosfären, utan ofta även utsläpp direkt i vattnet. Manövrerbarheten påverkas negativt och risken för artfrämmande spridning ökar. Sammantaget medför marin skrovpåväxt ökade kostnader både ekonomiskt och miljömässigt. Det finns därför goda skäl att försöka minimera skrovpåväxten. (För ubåtar, med sin speciella skrovutformning², innebär marin påväxt dessutom, särskilt av havstulpaner, oönskade ljudemissioner som innebär en ökad risk för upptäckt, samt nedsättning av egen sensorförmåga avseende sonarsystem).

Genom Virtue erbjuds eleverna en metod att enkelt själva upptäcka vad som sker i vattnet, när det sker och i vilken omfattning. De kan också enkelt jämföra egna resultat från skilda lokaler och vattenmiljöer samt få fler referenser ur Virtues rika databas³.

Virtue möjliggör enkelt att konkret kunna välja en skrovytbehandling som är en god kompromiss mellan ekonomi och miljö och/eller att kunna välja en förtöjningsplats för fartyget som innebär en minskad exponeringsrisk för skrovpåväxt.

I detta arbete kommer vi att få följa veteranbogserbåten M/S Herkules besättningsplanering inför vårens Virtueundersökning på Västkusten, i Göteborgstrakten. De har ett starkt incitament att dels minska sina driftkostnader genom minskad brännoljaförbrukning, dels att minimera torrsättning av fartyget i docka för skrovbehandling, vilket är mycket kostsamt. Allt arbete ombord sker ideellt och besättningen är oavlönad så varje besparing är mycket värdefull. Ett starkt miljöengagemang genomsyrar dessutom besättningen så all oönskad emission strävar man efter att minimera, så långt möjligt.

Fartyget är för närvarande baserat i Hönö hamn på Västkusten, med cirka en till en och en halv timmes gångtid till Göteborgs Hamns centrala del, vid Göta Älvbron. En ombasering är fullt tänkbar till annan ordinarie förtöjningsplats, om detta genom Virtueförsöken skulle visa sig vara gynnsamt för driften och miljön.

² Ubåtsskrov är hydrodynamiskt optimerade för minimal akustisk signatur och dämpad radarreflexion m.m.

³ Se <http://www.virtuedata.se/node/1> (2015-01-16).

2 Målgrupp

Målgruppen i arbetet utgörs av kurselever från Bogserbåten Herkules Ekonomisk Förening, rederi för bogserbåten M/S Herkules, SLHO, ett T- och K-märkt fartyg byggt 1939 vid Öresundsvarvet i Landskrona. M/S Herkules anses såsom kulturhistoriskt synnerligen värdefullt och går nu i inre kustfart med passagerare i Göteborgs skärgård. Seglationsperioden sträcker sig i huvudsak mellan april och september månad.

Fartyget är på 87 bruttoregister-ton, har en längd av 23,93 m, bredden 6,22 m och ett djupgående av 2,65 m och är helt tillverkat i stål. Det framdrivs med en tvåtakts 7-cylindrig Atlas Polar sjövattnenkyld dieselmotor, vilken går på dieselbrännolja, och marschfarten för fartyget är cirka 10 knop.

Kurseleverna består av pensionerade befarna sjömän som tidigare länge har tjänstgjort inom handelsflottan och som nu, vid 65 till 74 års ålder, fortfarande arbetar som besättning på M/S Herkules. Befälhavaren, en kustskeppare A, är den yngste, 65 år gammal. Maskinchefen, av klass 5, är 72 år och däcksmannen, en matros på 74 år, är den äldste. Resterande elever, andremaskinist och kock med flera, är i samma åldersspann och med lika utbildnings- och sjövanebakgrund, inalles sju stycken.

Ingen av eleverna har någon marinbiologisk bakgrund, men de har alla ett intresse av att lära sig mera om förhållandena kring marin påväxt, dess påverkan på sitt fartyg och vad som kan göras för att minska påväxten.

3 Bakgrund

Vid kursstart ska besättnings eleverna besöka Akvariet vid Sjöfartsmuseet i Göteborg och där få en Virtueintroduktion samt få bekanta sig med den flora och fauna som kan förväntas i havet på Västkusten. De ska också särskilt studera nedsänkta Virtuerack med påväxt, vilka finns i en av akvariets tankar. Samtidigt får de möjlighet att se på några hjälpmedel för analysen av plattornas påväxt; stereoluppar, kalljusbelysning, USB-mikroskop, mikroskop, petriskålar⁴ med mera. Kanske får de även möjlighet att studera någon Virtueskiva under stereolupp själva se vad som koloniserat den.

3.1 Innan kursstart

Olika vattenmiljöer innebär olika förutsättningar för påväxt och kolonisation. En hel mängd parametrar påverkar påväxten i olika lokaler. I många databaser finns medelvärden med mera för åtskilliga av dessa parametrar - även medelvärden över lång tid - samt även möjlighet att få ut väder- och hydrologiska data av intresse.

Internt innan kursstart har eleverna gemensamt diskuterat vad de är mest intresserade av att få belyst i kursen. Tonvikten har kommit att ligga på förhållandena vid nuvarande förtöjningsplats Hönö hamn och hur förhållandena kan vara inne i Göteborgs hamn, vid Göteborgs Maritima Centrum (GMC), en bit söder om Göta Älvbron. De har fått möjlighet att disponera en kajplats vid serveringspråmen Knopen, om de skulle vilja och om försöken visar att vattenförhållandena är mer gynnsamma där ur påväxtskympunkt.

Antalet seglationer per säsong är för närvarande ganska få och fartyget ligger oftast mest förtöjt vid kaj. Förtöjningsplatsen är alltså den miljö som mest präglar fartyget och skrovpåväxten på det.

⁴ En *petriskål* är en cylindrisk grund glas- eller plastskål som här används att lägga en Virtueplatta i, vid studium i stereolupp.

3.2 Larvsettlning för havstulpaner

Det är ont om släta ytor i havet för kolonisation. Virtueracken är därför attraktiva för marin påväxt. Västkustens vatten - med hög salinitet - har i regel högre artrikedom och intensitet än vatten med låg sådan. Larvsettlingsperioderna för sjötulpaner är tätare i vatten med hög salinitet, än i vatten med låg - som till exempel i Götaälvmynningen - där perioderna under sommarsäsongen i regel utgörs av något färre tillfällen än i saltare vatten. Stigande vattentemperatur och ökad solinstrålning bidrar också till ökad påväxt.

3.3 Bottenmålning av fartyget

I bogserbåten M/S Herkules underhållsplan ingår bland annat underhåll av målning av fartyget. Såväl över som under vattenlinjen. Då fartyget är K-märkt, kulturminnesmärkt, förutses hon bibehålla sitt ursprungliga exteriöra utseende. Detta innebär i huvudsak mörkt grön skrovfärg med svart vattenlinje och en rödtonsfärg under vattenlinjen. Den färg som används under vattenlinjen för närvarande är en vanlig oljefärgstyp, ingen antifouling.

Som skrovkorrosionsskydd finns ett större antal offeranoder monterade längs skrov, på roder samt vid propellern, en ställbar KaMeWa-propeller⁵. Dessa offeranoder är helt omålade för att fungera som sådana.

Ommålning av ytor under vattenlinjen kräver varvsbesök med torrsättning i flytdocka, vilket brukar ske vid Gotenius Varv i Göteborgs hamn, strax norrom Göta Älvbron. Det är en kostsam process som innefattar dockning, full blästring av skrovet och därefter målning. Blästringen sker i dockan med hjälp av speciell blästersand; det går åt en hel del och det uppstår också en hel del avfall bestående av gammal färg och begagnad blästersand. För att minimera att detta avfall går direkt i älven försöker man med mer eller mindre gott resultat att med hjälp av en sorts gardiner i ändarna av dockan hindra avfallet att hamna i vattnet. Oljefärgsrester är inte miljömässigt lika farliga som rester av giftig bottenfärg, men inte harmlösa heller och Göta Älv får ta hand om en hel del oönskat avfall här.

Av kostnadsskäl tas befintlig påväxt under vattenlinjen i regel endast bort i samband med blästring/ommålning av skrovet då rederiet inte har ekonomiska förutsättningar att gå i docka enbart för detta. Påväxborttagning sker inte heller alltid vid mellanliggande dockningar, på grund av kostnaden. Dockning sker inte alltid varje år.

⁵ Ställbar mässingspropeller från Karlstads Mekaniska Werkstad (den tredje tillverkade; äldsta i drift).

3.4 Intressanta Virtueparametrar

Med tanke på elevintresset för påväxt i första hand av havstulpaner (och kanske även av musslor) kommer ett begränsat antal parametrar att studeras i de olika lokalerna.

Vattnen i Hönö hamn och Göta Älv skiljer sig åt en hel del. Främsta skillnaden bör vara i salinitet då Göta Älv transporterar mängder av sötvatten från Vänern till havet på Västkusten. Dock tränger tyngre saltvatten till viss del ibland in från havet under det nedströmmande lättare sötvattnet. Siktdjupet bör vara större i vattnet vid Hönö hamn, turbiditeten bör skilja sig kraftigt åt då Göta Älv transporterar mycket slam, till exempel. Vattenflödet är högre i älven och förmodligen frekvensen av fartygstrafik också.

Några förslag på parametrar att mäta vid de olika mätplatserna:

- Vattentemperatur
- Salinitet
- Vattendjup
- Vattenstånd
- Vattenflöde
- Bottenbeskaffenhet
- Siktdjup
- Turbiditet
- Frekvensen av båt- och fartygstrafik i området.

En tidigare utsatt Virtuerack har observerats i höjd med Casino Cosmopol i Göteborgs Hamn; det kan vara intressant att jämföra kommande data med data därifrån.

3.5 Skrovrengöring och påväxtskydd

För mindre fritidsbåtar finns numera ett antal stationer i anslutning till bland annat marinor där fritidsbåtagare kan få hjälp med olika former av skrovrengöring. Det kan gälla skrovrengöring med till exempel högtryckstvätt eller rengöring på mekanisk väg, eller i en kombination mekanisk rengöring och kemiskt rengöringsmedel.

Anläggningarna ovan fyller säkerligen ett behov för fritidsbåtfolket, men är för närvarande inte anpassat för fartyg i storlek som M/S Herkules. Där finns torrsättning i docka och skrovblästring med påföljande bottenmålning som alternativ. Detta är dock ganska kostnadskrävande med förhållning till docka och mantimmar för blästerarbetena och målningen. Bara att enbart gå i docka för M/S Herkules belöper sig på cirka 50 kSEK (2014).

De alternativ som står till buds för fartyg är generellt oftast den ovan beskrivna blästringen med påföljande skrovmålning samt därvid val av lämplig antifoulingfärg, godkänd för seglationsområdena för fartyget.

Andra metoder som nu diskuteras kan vara att modifiera skrovets ytstruktur med nanoteknik, att ha oxiderande ytor (Arrhenius, 2010) eller att använda sig av elektricitet⁶.

Ytterligare en annan spännande ny metod⁷ som diskuteras är att påväxtgift hålls inneslutet i bottenfärgen, så att i princip bara havstulpanen själv kommer åt det (Pinori, Emiliano, 2013). Utläckningen av gift till omgivande vatten minimeras på detta sätt och toxiciteten bibehålls i högre grad i själva färglagret. Effektivare bekämpning, riktat mot havstulpanerna, och skonsammare mot miljön.

⁶ Används bland annat av svenska ubåtar i antifoulingssystemet (och i muddboxar).

⁷ *Low biocide emission antifouling based on a novel route of barnacle intoxication*. Emilino Pinori I avhandling framlagd 2013, Göteborgs universitet, Institutionen för kemi och molekylärbiologi

4 Mål och syfte

Ett syfte med och mål för Virtueundersökningen är att på två rätt olika förtöjningsplatser för bogserbåten undersöka förekomsten av påväxt, främst ”hård” sådan i form av havstulpaner och musslor, och sen utröna vilken förtöjningsplats som är bäst ur ekonomisk och miljösynpunkt. Undersökningen ska spegla hur påväxt sker på fartygsskrovet under hela året så Virtueracken får därför hänga på plats så stor del av detta som möjligt och tas upp för kontroll förslagsvis en gång i månaden, med undantaget för perioden juni till augusti då 14 dagarskontroller eftersträvas.

Provplatser:

- Förtöjningsplats Hönö: Hönö hamn, kajkanten nära Fiskemuseet.
- Förtöjningsplats Göteborg: Norra delen av GMC, nära serveringen Knopen.

Under Virtueförsöken skall vanliga opreparerade försöksplattor användas, försöksplattor målade med den typ av bottenfärg som bogserbåten använder nu samt några försöksplattor målade med antifoulingfärg av den typ som är avsedd för Västkusten. Försök ska göras att även få tag i ett prov på otillåten ”Norsk” giftigare bottenfärg.

Behandlade plattor avståndsseparatoras från obehandlade för att undvika oönskad kontamination eller påverkan sinsemellan.

Därefter kan plattorna jämföras med varandra, de från samma lokal och lokalerna sinsemellan, täckningsgrad anges samt art- och individantal räknas. Därvid bör svar fås om lämpligaste skrovmålning samt gynnsammaste lokal.

I andra, tidigare, studier har god korrelation visats mellan Virtue provplatta och närbeläget båtskrov varför vi nu bör kunna dra slutsatser som är giltiga även för ett båtskrov på samma position som plattorna.

5 Planering

5.1 Tillstånd

Planering sker tidigt för att inhämta tillstånd för utsättning av Virtuerack från dels hamnkaptenen i Höno Hamn, dels från expeditionen vid GMC i Göteborg.

Om möjligt sätts sen racken ut samtidigt i båda lokalerna i början av mars 2015, då enligt underhållsplanen för fartyget en skrovblästring och bottenmålning ska ha skett. Plattorna sätts ut samtidigt som fartyget löper ut ur dockan. Det blir då senare lättare att jämföra skrov med Virtueplattorna i racken.

5.2 Årsdata ur databaser

Historiska årsdata tas fram ur olika databaser för att visa meteorologiska och hydrologiska data för båda lokalerna, så en indikation kan fås för vad som kan förväntas av bland annat temperatur och salinitet med mera. Gärna även data rörande antalet fartygsrörelser i närområdet.

Några av alla databaser och institutioner att hämta data ur:

- SMHI Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut.
- TMBL Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium.
- VTS Göteborg VTS-Centralen. Vattenståndsuppgifter.⁸
- IVL IVL Svenska miljöinstitutet AB. Miljögifter, metaller.
- Google Earth Kartunderlag för geografisk bestämning.
- Med flera.

⁸ Vessel Traffic Service, VTS Göteborg. Uppgifter om vattenståndet i Göteborgs Hamn, mäts i Torshamnen (finns även att få via telefax och data). Fanns tidigare även som telefonsvararröst).

6 Materiel

Se till att all materiel och allt material finns med vid utfärd till respektive lokal. Färdigmonterade rack underlättar. Glöm inte tillfredsställande märkning på vattenfast plast eller liknande. Kamera och telefon med mera välladdade.

6.1 Förbrukningsmateriel

Beräkna en helt komplett rack till var mätstation som grundutrustning. Montering⁹ kan gärna ske innan utkörning till aktuell lokal.

Addera ytterligare en rack som *delas till två*, att tjänstgöra som rack för antifoulingmålning (en i var lokal) och för eventuell målning med giftig ”Norsk” bottenfärg, om sådan går att få tag i.

Komplettera med två extra buntband, lika som de som hör till den vanliga racken. Skaffa dessutom en extra upphängningslina (för en rack som delas i två, enligt 6.3 nedan).

Skaffa och märk på lämpligt sätt ytterligare två vattenfasta etiketter. De skall vara på var sin lokal till antifoulingracken.

Tillverka fyra stycken sänken av lämpligt material. Till exempel sandfyllda små plastdunkar med handtag (då är det lätt att fästa fast nedre delen av upphängningslinan).

6.2 Normalt Virtuerack

En helt komplett rack används. De översta skivorna 1 och 2 samt de nedersta 9 och 10 målas med den bottenfärg som fartyget har. Övriga skivor ska vara helt obehandlade. Försök att placera ut dessa normala Virtuerack åtminstone 5-10 m bort från antifoulingracken, för att försöka undvika inbördes påverkan.

⁹ Se ”Hur man bygger ett Virtuerack”,
<http://science.gu.se/samverkan/skolkontakter/grundskolan/virtue/om-virtue>, (2015-01-16).

6.3 Antifoulingrack

En komplett extra Virtuerack delas till de två olika lokalerna. Anskaffa två svarta extra buntband till fixeringen av rören. Ordna även fram en extra lina för montaget och montera vattenfasta etiketter.

De extra antifoulingracken ges endast *två* skivnivåer var och således åtgår fyra skivor per rack (en skiva blir då över, som reserv). Översta nivån ska som vanligt bestå av två skivor och de betecknar vi som tidigare 1 och 2. Dessa skivor bemålas med kopparoxidbaserad antifoulingfärg för Västkusten.¹⁰

Använd *två* VP-rörstumpar att separera översta och nedersta plattparen. Avståndet mellan plattorna blir då dubbelt så stort som i en vanlig rack.

Nedersta plattparet betecknar vi 3 och 4. **Om** vi får tag i giftig ”Norsk” bottenfärg så målas dessa båda med den - annars lämnas de obehandlade som referens.

Försök att placera ut dessa normala antifoulingrack åtminstone 5-10 m bort från de vanliga Virtueracken, för att försöka undvika inbördes påverkan.

6.4 Mätinstrument, ämbar med mera

För att underlätta jämförelser och uppskattningar är det bra att åtminstone ha ett minimum av instrument med mera tillgängliga i samband med utsättningen och vid kontrolltillfällena.

Exempel på detta är:

- Lufttermometer.
- Vattentermometer.
- Salinometer (gärna kombinerad med termometer).¹¹
- En liten lupp eller ett förstöringsglas (för skivstudium).
- Tillfälligt förvaringskärl att ha upptagna skivor i vid undersökning.
- Kamera, kameraförsedd telefon eller videokamera, för dokumentation.
- Anteckningsmateriel och Virtue-rapportblad (GU, 2012-09-12).

Kontrollera i förväg att instrumenten är kalibrerade och fungerar. Glöm inte att särskilt kontrollera att batterierna är driftdugliga!

¹⁰ Till exempel Biltemas kopparoxidbaserade bottenfärg 30602. Godkänd från Trelleborg till Norska gränsen. Avsedd för båtar och fartyg > 200 kg vikt. Max 30 dagar efter målning ska den sättas ut i sjön för att fungera tillfredsställande (kan dock förvaras i sjövattnet längre tid).

¹¹ Kombinationsinstrumen; mäter simultant salthalt och temperatur, på samma djup.

7 Genomförande

Applicera racken på respektive lokal enligt Virtueinstruktionen¹² från Göteborgs universitet. Var noga med att separera särskilt preparerade rack (med antifoulingsskivor) från vanliga normala Virtuerack.

Mät och notera aktuella parametrar, tag exakt GPS-position. Fotografera gärna lokalerna för senare dokumentation. Meddela också om möjligt den platsansvarige ni vidtalat i förväg om utsättningen och att denna nu har skett – och *var* någonstans exakt.

Fundera över lämpliga besöksintervall för kontrollerna och gör en enkel plan för detta. Medför i huvudsak samma materiel till kontrolltillfällena som vid utsättningen. Försök att besöka båda lokalerna samma dag, för att få jämförbara resultat.

Ta även med transportkärl för en eller flera skivor vid den regelbundna kontrollen, om de skall tas med till lab för vidare undersökning där. Glöm inte dunk för extravatten!

Rapportera fortlöpande in mätdata och observationer till Virtues databas¹³.

¹² Se Bygginstruktioner och allmän information på internet, <http://science.gu.se/samverkan/skolkontakter/grundskolan/virtue> (2015-01-16)

¹³ Se <http://www.virtuedata.se/> (2015-01-16).

8 Utvärdering

En del kursdeltagarna kommer säkert att fundera över om kort tid i vattnet till den första kontrollen orsakar art- och individfattigdom på Virtueracken. Eller om denna fattigdom beror på att vattnet i mars månad fortfarande är ganska kallt? Eller om det kan bero på att det endast finns få frisimmande larver i vattnet så tidigt?

Intresset kommer säkert att ytterligare stegras med tiden, då temperaturen stiger i vattnet och saliniteten förmodligen kommer att öka ute vid Hönölokalen, men kanske inte vid lokalen i Göteborgs hamn? Eller i vart fall inte lika mycket, kanske?

När värmen etablerar sig kommer eleverna förmodligen att kunna observera skillnader mellan de två lokalerna. Och även att kunna se olikheter mellan behandlade och obehandlade plattor.

Då kan det vara intressant att följa upp andra rack i Virtues databas¹⁴, inte minst det rack som finns utplacerat vid casino Cosmopol i Göteborgs Hamn och göra jämförelser med det egna materialet.

Resultaten från rackstudierna bör kunna ge vägledning vid val av metod för skyddet mot skrovpåväxt på det egna fartyget. Kanske kan vidare studium av Pinoris material¹⁵ leda till ett bättre skydd på sikt?

Minskad skrovpåväxt minskar bränsleförbrukning och minskar då även skadliga emissioner till atmosfären och sjön och bibehåller även manövrerbarhet och säkerhet. En minskad skrovpåväxt kan även bidra till att undvika eller minimera spridningen av artfrämmande organismer mellan olika vatten, så bekämpning av skrovpåväxt av bland annat havstulpaner och musslor med mera är lönsamt, både ekonomiskt och miljömässigt.

¹⁴ Se <http://www.virtuedata.se/> (2015-01-16).

¹⁵ *Low biocide emission antifouling based on a novel route of barnacle intoxication*. Emilino Pinori, 2013, Göteborgs universitet, Institutionen för kemi och molekylärbiologi.

9 Litteraturförteckning

Arrhenius, Å. (2010), *Giftiga bottenfärger – om oönskad påväxt på båtar och konsekvenser i miljön*. Göteborgs universitet, Institutionen för växt- och miljövetenskaper samt Marine Paint, a Mistra funded research programme.

Bygdén, S., Larsson, A-M., Olsson, M. (2003). *Mäta vatten – Undersökningar av sött och salt vatten*, tredje upplagan 2003. ISBN 91 88376 22 2. Inst. För miljövetenskap och kulturvård, Tryck: Bohuslän 5.

Olsson, M. (2014). Virtue – Naturvetenskap i skolan, LBIO08, HT14. Föreläsningar och utdelat material. Kristineberg och Göteborg: Göteborgs universitet, Naturvetenskapliga fakulteten, Institutionen för biologi och miljövetenskap.

Pinori, E. (2013), *Low biocide emission antifouling based on a novel route of barnacle intoxication*. ISBN 978-91-628-8703-2. Göteborgs universitet, Institutionen för kemi och molekylär-biologi, doktorsavhandling. Länk till avhandlingen: <http://hdl.handle.net/2077/32814> (2015-01-16).