

Udvikling af funktionaliserede enzymmer til selvpolerende skibs-bundmaling

Ib Schneider og Knud Allermann
BioLocus A/S

Jesper Højenvang
Dansk Sejlunion

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

FORORD	5
SAMMENFATNING	7
SUMMARY	9
1 DELRAPPORT 1: ENZYMUDEVIKLING OG AFPRØVNING PÅ PANELER	11
2 DELRAPPORT 2: PRAKTISK AFPRØVNING – FORLØBSBESKRIVELSE	19
2.1 FORBEHANDLING	19
2.2 UDLEVERING OG PÅFØRING AF MALING	20
2.3 SØSÆTNING	20
2.4 SPØRGESKEMAER	20
2.5 INSPEKTIONER	20
3 KVANTIFICERING AF BEGRONING	21
3.1 BEGRONINGSTYPER OG MÆNGDER	21
4 RESULTATER VEDR. PÅFØRINGSEGENSKABER	23
4.1.1 <i>Primer</i>	23
4.1.2 <i>Enzymbaseret testmaling Mark 5</i>	23
4.1.3 <i>Enzymbaseret testmaling Vandbaseret base</i>	23
5 RESULTATER VEDR. ANTIBEGRONINGSEGENSKABER	25
5.1 INSPEKTIONER	25
5.1.1 <i>Horsens</i>	25
5.1.2 <i>Marselisborg</i>	30
5.1.3 <i>Helsingør</i>	33
5.1.4 <i>Opsamling på inspektioner</i>	37
5.2 TESTSEJLERNES VURDERING	38
5.2.1 <i>Testsejlernes kommentarer</i>	38
6 KONKLUSION PÅ DELRAPPORT 2; PRAKTISK AFPRØVNING PÅ BÅDE	41
6.1 DET VIDERE FORLØB	42

BILAG 1

Forord

Denne rapport er en opfølgning af tidligere arbejde udført og delvis finansieret af MST under projekt nummer M 126 – 0380 ”Substitution af biocider med enzymer i skibsbundmaling”.

Projektet blev gennemført i 2005 med en styregruppe bestående af Helle Petersen (Miljøstyrelsen), Jesper Højenvang (Dansk Sejlunion), Knud Allermann og Ib Schneider (BioLocus A/S). I rapporteringsfasen blev Helle Petersen erstattet af Lise Samsøe-Petersen (Miljøstyrelsen).

Rapporten omfatter to delrapporter. Delrapport 1 omhandler modifikation af enzym og test af disse i malinger på paneler. Delrapport 2 omhandler afprøvning af ikke modificeret enzym i malinger på testbåde.

Delrapport 1

Konceptet for delrapport 1 har været at modificerer enzymerne ved kemisk at tilføje en ”hale” til disse så de hydrofobe egenskaber ved enzymerne er blevet ændret. ”Halen” der er påsat enzym molekyleerne har lipofil karakter. Denne - derved ændrede egenskab ved enzymet - skulle gerne bevirke at effekten af enzym aktiviteten bevares i malingen i længere tid.

Arbejdet med disse modifikationer har været vanskeligt at gennemføre og taget betydelig længere tid end først antaget. Det har således ikke været muligt at få fremstillet tilstrækkelige mængder af modificeret enzym til at forsøgsbåde kunne males med disse prototyper af enzymmalinger.

Afprøvningsplanen er derfor foretaget på paneler der er samlet i et raft. Disse test paneler der har været malet med modificeret enzym er udsat i Helsingør Nordhavn og Oslo fjorden og tilset gennem sejlsæsonen.

Parallelt har der været fremstillet maling baseret på umodificeret enzym - vandige og med organisk opløsningsmiddel i mængder så et antal lystbåde i udvalgte havne kunne males. Afprøvningen af disse malinger er udført i samarbejde med Dansk Sejlunion.

Delrapport 2

Del rapport 2 omhandler Dansk Sejlunions bidrag til rapporten. Dansk Sejlunion har som led i projekt om udvikling og afprøvning af enzymbaseret bundmaling stået for den praktiske afprøvning af to miljøvenlige bundmalingsprodukter fra firmaet BioLocus. I alt 6 lystbåde fordelt på tre forskellige lystbådehavne i Danmark har deltaget i afprøvningen.

Afprøvningen er en videreførelse af et tidligere lignende projekt, hvor enzymbaserede produkter har været afprøvet. Konklusionen på det tidligere projekt var, at det på en række punkter var nødvendigt at videreudvikle

teknologien for at tilfredsstille sejlernes behov for en rimelig begroningsfri bund, der kan sikre manøvreringsevnen og søsikkerheden.

Formålet med den aktuelle afprøvning har været, at få en indikation af, hvordan de videreudviklede malinger i praksis fungerer gennem en hel sejlsæson. Herunder har det været væsentligt løbende at kvantificere eventuel begroning på malingerne og få testsejlernes vurdering af de pågældende produkter. Bundmalingerne der har været testet er to biocidfri standardmalinger modificeret med enzymer.

Den ene maling benævnes Mark 5 og er en opløsningsmiddelbaseret eroderende bundmaling, der ifølge sikkerhedsdatabladet indeholder zinkoxid (20-40%) mærket R50, R53, men ingen deciderede biocider. Malingen er modificeret gennem tilsætning af enzymer. Mark 5 blev afprøvet på 5 både.

Som referencemaling blev standardproduktet (Mark 5 uden enzymer) anvendt og påført i en 20-30 cm bred stribe midtskibs fra vandlinjen ned under kølen og op til vandlinjen på modsatte side. Referencemalingen blev påført for at kunne sammenligne de to produkter og vurdere enzymernes virkning i malingen.

Den anden maling, benævnt Vandbaseret base er vandbaseret. Ifølge sikkerhedsdatabladet indeholder denne maling også Zinkoxid (20-50 %), men ej heller deciderede biocider. Malingen er modificeret med enzymer og afprøvet på én testbåd (produktet var desværre først klar relativt sent i forløbet, hvor øvrige testbåde var søsat). Vandbaseret base uden enzymer blev på denne båd anvendt som referencemaling.

Sammenfatning

Delrapport 1: Forsøg på rafter

Raftene i Helsingør Nordhavn og Oslo fjorden udviser samme tendenser når panelerne sammenlignes med hensyn til begroningsintensitet og type begroning.

Der er kraftig begroning sidst på sæsonen idet rammen på raftet er totalt begroet. Begroningen er en blanding af bakterier (slim), kiselalger, samt muslinger og rurer.

Et ubehandlet kontrol panel er totalt begroet tidligt på sæsonen.

Kontrol panelerne med basemalingen tilsat toksiske biocider, er som forventet uden begroning.

De øvrige paneler er alle enzym malinger med varierende mængde begroning. Begroningen består udelukkende af et bakterielt slim lag samt et lag af kiselalger.

Forøgelse af umodificeret enzym A fra 5 % til 10 % i basemalingen har ikke umiddelbar nogen effekt på begroningsintensiteten af bakterie og kiselalgerne.

Enzym modifikationen har tilsyneladende ingen negativ virkning på effekten af enzym aktiviteten i havvand samt begroningen. Begge modifikationer E484 og E486 har fortsat evnen til at forhindre rur og musling begroning.

Den korte enzym modifikation E484 har tilsyneladende en bedre effektivitet end den noget længere form E486. Det må dog konstateres at en forøgelse af koncentrationen af E484 fra 5 % til 10 % ikke har nogen synlig effekt.

Det kan således konkluderes, at enzym malingen i den nuværende form kan forhindre begroning af muslinger og rurer i en sejsæson. Det er ikke entydigt hvorvidt modifikationen af enzymerne er en forbedring i forhold til umodificeret enzym.

Det kan også konkluderes at der kan fremstilles solventbaseret maling med enzym som har effekt på begroningsintensiteten på en sejsæson.

Delrapport 2

På baggrund af inspektionerne og bådejernes vurdering er følgende udsagn formuleret om de to enzymbaserede testbundmalinger:

Enzymbaseret testmaling Mark 5

Det konkluderes, at den enzymbaserede Mark 5 ikke virkningsmæssigt adskiller sig specielt fra standardproduktet uden enzymer. I sin nuværende formulering kan testmalingen ikke leve op til sejlernes behov for en rimelig begroningsfri bund, der kan sikre manøvreringsevnen.

Enzymbaseret testmaling Vandbaseret base

Det må konkluderes, at kendskabet til den enzymbaserede testmaling Vandbaseret bases antibegroningsegenskaber er begrænset, da den kun blev testet på en enkelt båd. Det var dog tydeligt, at båden med Vandbaseret base maling var mindre begroet end øvrige testbåde. Begroningen gav ikke anledning til uacceptable sejladsforhold for den pågældende ejer. Der var ingen forskel i begroningen på testmaling (med enzymer) og kontrolmaling (uden enzymer).

Yderligere bådtest i en række forskellige havne vil derfor være nødvendig, før der siges noget generelt og mere fyldestgørende om denne malings virkning. Herunder vil det være essentielt med en grundigere undersøgelse af enzymernes effekt.

Dansk Sejlunion anser fortsat den enzymbaserede malingsteknologi for at være et lovende biocidfrit alternativ. I forhold til testen i 2003, er der i 2005 opnået et bedre resultat. Der har i 2005 testen ikke været problemer med poleringsegenskaberne, ligesom mængden af begroning observeret på bådene generelt har været mindre.

Pga. den lille forskel i begroningsmængder på hhv. kontrol- og testmaling kan det bedre resultatet desværre nok ikke i særlig høj grad tilskrives enzymerne.

Dansk Sejlunion håber imidlertid, at der til gavn for miljøet og lystsejlerne vil blive arbejdet videre på at forbedre enzymteknologien for at øge antibegroningsegenskaberne især over for slim og alger. Desuden at der gennemføres yderligere test og afprøvninger.

Summary

This report is a follow up of a former report prepared to the Danish Environmental Agency under the EPA project number M 126 – 0380 "Substitution of biocides with enzymes in ship hull paint". The report contains two parts. Part 1 concerns the modification of enzymes so they can function and be active in organic solvents and test of this modified enzyme in paint on panels in sea water. Part 2 is describes testing non modified enzymes in paintings on test boats.

Part 1: Modified enzymes tested in paint on panels in sea water

A modification of the enzyme has been made to improve the compatibility in an organic solvent and change the hydrophobic status of the enzyme to a more lipophilic character to "keep the enzyme in the paint in longer period".

Painted panels have been immersed in Ellsinore Harbour and Oslo Fjord. When the panels are compared on fouling intensity and the type of fouling, the rafts in Ellsinore Harbour and Oslo fjord shows the same tendencies.

The control panel without paint is without antifouling effect and is completely fouled early in the sailing season.

The control panels with the base paint added toxically biocides are as expected without fouling.

The other panels are all with enzyme paint with variation in fouling intensity. The fouling consists mainly of a bacteria layer and diatoms.

Increasing concentration of unmodified enzyme A from 5 % to 10 % in the control paint has no significant effect on the fouling intensity.

The enzyme modification has no negative impact on the effect of the enzyme activity in sea water as well as on the fouling. Both modifications E484 and E486 still have the ability to prevent barnacles and mussels from settlement.

The short enzyme modification E484 has a better efficacy than the longer form E486. It can be concluded that the increment of the concentration of E484 from 5 % to 10 % in the paint do not have any visible effect on the fouling intensity. It can further be concluded that the enzyme paint in its present form can prevent fouling from mussels and barnacles in a sailing season. It is not clear whether the modification of the enzymes has been an improvement compared to the unmodified enzymes.

It can also be concluded that there can be produced solvent based paint with enzymes that has an effect on the fouling intensity over a sailing season.

Part 2

Preparing the modification of the enzymes took longer time than anticipated. In order not to waste a sailing season some yacht owners were contacted through Danish Sailing Association to test the previous formulation with unmodified enzyme in organic solvent paint Mark 5.

On background of the inspections of the yachts and the owners evaluation the following conclusions has been made.

Enzyme based test paint Mark 5

Enzyme based Mark 5 do not by function separates from the other standard products without enzymes and without biocides. In its present state the test paint can not live up to the expectations the sailors have to reasonable fouling free ship hull and keep the manoeuvrability.

Enzyme and water based test paint

A waterborne formulation of paint was prepared. This formulation included enzymes and was only tested on a single yacht in Ellsinore harbour.

It can be concluded that although the knowledge of enzyme and water based test paint antifouling effect are limited the yacht had less fouling than the other test boats. The degree of fouling was not unacceptable to the owner of the boat.

Before there can be made any conclusions further tests on boats in different harbours are necessary. Hereby a further investigation of the enzymes effect will be necessary.

The Danish Sailing Association still see the enzyme based paint technology as an alternative. The test results in 2005 are better than the results achieved in 2003. In the 2005 test there has not been any problems with the polishing rate and the amount of observed fouling on the boats has in general been low.

Due to the small difference in fouling on the control paint and test paint the better result can unfortunately not be concluded to be caused only by enzymes.

Danish Sailing Association hopes that there still will be worked on the enzyme technology efficacy towards slime and algae with further tests to the benefit for the environment and the sailors.

1 Delrapport 1: Enzymudvikling og afprøvning på paneler

Baggrund

Iblandes enzymer i malinger baseret på organiske opløsningsmidler er det tidligere vist at enzymerne udløses med en hastighed fra den tørre film der er for hurtig til at opnå begrensningshæmmende effekter sidst på en sejlsæson.

Formål og aktiviteter

Konceptet for dette opfølgingsprojekt har været at modificere enzymerne ved kemisk at tilføje en "hale" til disse så de hydrofobe egenskaber ved enzymerne er blevet ændret. "Halen" der er påsat enzym molekylene har lipofil karakter. Denne - derved ændrede egenskab ved enzymet - skulle gerne bevirke at effekten af enzym aktiviteten bevares i malingen i længere tid.

Arbejdet med disse modifikationer har været vanskeligt at gennemføre og taget meget længere tid end først antaget. Det har således ikke været muligt at få fremstillet tilstrækkelige mængder af modificeret enzym til at forsøgsbåde kunne males med disse prototyper af enzymmalinger.

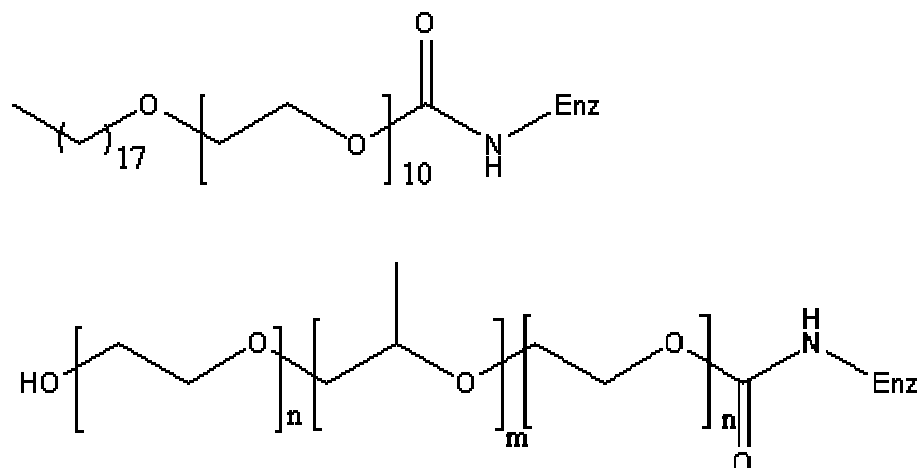
Afprøvningsene er derfor foretaget på paneler der er samlede i et raft. Disse test paneler der har været malet med modificeret enzym er udsat i Helsingør Nordhavn og tilset gennem sejl sæsonen.

Parallelt har der været fremstillet maling baseret på umodificeret enzym - vandige og med organisk opløsningsmiddel i mængder så et antal lystbåde i udvalgte havne kunne males. Afprøvningsen af disse malinger er udført i samarbejde med Dansk Sejlunion.

Modifikation og funktionalisering af enzymer

I samarbejde med CISMI, Roskilde Universitet er det lykkedes at fremstille modificerede enzymer, der er påsat polyethylenglycol (PEG) molekyler - "haler", uden at enzym aktiviteten er gået nævneværdig tabt. Derudover er det yderligere lykkedes at fremstille modificerede enzymer som kan iblandes organiske opløsningsmidler hvor den vandige andel af solvent er minimeret.

Modifikationen af enzym blev udført med to typer af PEG "kædemodifier". Den første er en PEG-mono octadecyl ether (short chain modifier) og den anden er en triblock co-polymer (long chain modifier). Begge kæder blev først aktiveret med DSC disuccinimidyl carbonate for at danne den aktive PEG-SC som blev bundet til enzym enten i PBS buffer eller i 10 % vand - 90 % Dowanol opløsning. Der blev i alt fremstillet 4 forskellige modificerede enzym prøver med de interne numre E483, E484, E485 og E486. Overordnet struktur på molekyle modifikationer er angivet nedenfor.



Figur 1.1 - Overordnet struktur på molekylmodifikationerne.

Test af enzymaktivitet

Biolocus har udviklet en kvantitativ metode til at analysere enzymaktiviteten i våd maling.

På den tørre film er der udviklet et kvalitativt assay baseret på et lille peptid (N-succinyl-L-Ala-L-Ala-L-Pro-L-Phe-p-nitroanilide) forkortet suc-AAPF-pNA. Peptidet er i udgangspunkt farveløst, men når det spaltes af enzym skifter det straks farve til en gul farve. Intensiteten af den gule farve kan samtidig i nogen grad give et fingerpeg om mængden af enzym i filmen.

Test af maling på paneler udsat i Helsingør Nordhavn

Helsingør Nordhavn er valgt som test station grundet høj vandudskiftning og en saltkoncentration der er repræsentativ for de indre danske farvande.

Erfaringsmæssigt er Helsingør Nordhavn også et område hvor begrovningsintensiteten er høj og dermed velegnet som teststation.

12 paneler med forskellige enzymmalinger er udsat i Helsingør Nordhavn i maj måned på et såkaldt raft, dvs. en ramme, hvorpå panelerne er monteret. (se Foto 1.1). Raftet blev monteret på en tømmerflåde, således at overkanten var ca. 1 m under havoverfladen og eksponeret mod sydøst (se Foto 1.1).

De enkelte paneler er tilset én gang pr. måned frem til og med oktober måned hvor forsøget afsluttedes. Enzym malinger har således været eksponeret i alt 5 måneder svarende til en sejlsæson. Da panelerne er statiske kan de til dels sammenlignes med en båd som søsættes og ikke sejler i sæsonen.

De enkelte paneler er undersøgt for begrovnings - mængde og begrovnings art. Endvidere er filmoverflade undersøgt for blister og krakelering. Endelig er panelerne blevet fotograferede.



Foto 1.1 - Flere rafts samlet og monteret på en tømmerflåde.

Nedenfor (Tabel 1.1) er vist en oversigt over et udsat raft med indholdet af enzym maling på de enkelte paneler angivet.

Alle testede enzymer hører til gruppen subtilisiner som er serin proteaser. De forskellige koder for enzympræparationer skyldes de forskellige kemiske modifikationer af enzymerne, der tjener til at fasthæfte enzymerne bedre i malingen. De modificerede hedder 484 og 486 (fasthæftning i malingen). De andre angivelser med 8L m.fl. er kommercielle varianter, der bruges i både opløsningsmiddel- og vandbaserede malingsvarianter. Dog er alle AF formuleringerne opløsningsmiddelbaserede.

Tabel 1.1 - Oversigt over et raft med indholdet af enzymmaling på de enkelte paneler angivet.

Panel #	Indhold	Farve
1	AF2156	Hvid
2	AF2156 med biocider	Hvid
3	AF2156 + 5% Enzym S16L	Hvid
4	AF2156 + 5% Enzym E 8L	Hvid
5	AF2156 + 5% Enzym A 2,5L	Hvid
6	AF2156 + 10% Enzym A 2,5L	Hvid
7	AF2156 + 5% E484	Hvid
8	AF2156 + 10% E484	Hvid
9	AF2156 + 5% E486	Hvid
10	AF2156 + 10% E486	Hvid
11	CoatZyme	Blå
12	AF2156 med biocider	Blå

Raftet er udsat i 1. maj og tilset én gang pr. måned i de efterfølgende fem måneder.

Foto 1.2 viser raftet før udsætning.

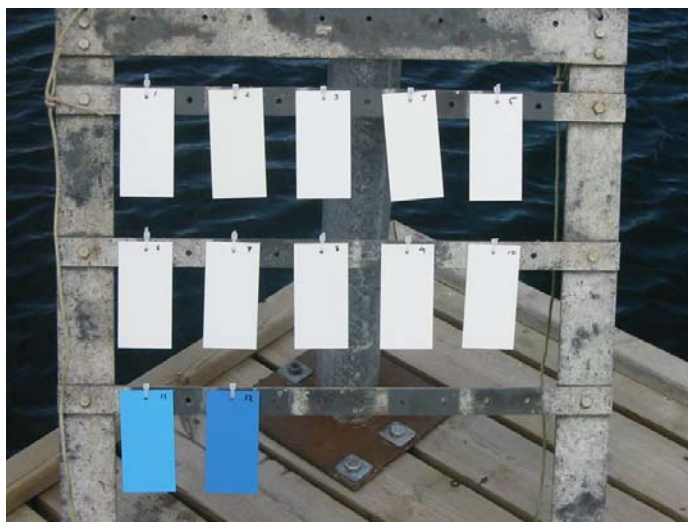


Foto 1.2 - Raft med 12 paneler før nedsækning i havnen.

Som det fremgår, er der i alt 12 paneler på raftet. Panel indhold og nummereringen fremgår af tabel 1.1. Raftet aflæses fra venstre mod højre startende med panel # 1 i øverst række til venstre.

Resultater af test af malings forsøg på panel:

Foto 1.3 viser panelet efter at dette har været nedsænket i havnen i 5 måneder. Udviklingen af begroningen fra maj til oktober fremgår af bilag 1.



Foto 1.3 - Panel efter 5 måneder i vandet.

Konklusion - panelforsøg:

Som det fremgår af foto 1.3 er der kraftig begroning sidst på sæsonen i Helsingør Nordhavn idet rammen på raftet er totalt begroet. Begroningen er en blanding af bakterier (slim), kiselalger, samt – muslinger og rurer. Base malingen uden tilsætning er ikke i sig selv i stand til at holde begroningen væk. Det ses af Foto 1.3 panel # 1. Kontrol panelerne (Panel # 2 og # 12) er base malingen tilsat toksiske biocider. De øvrige paneler (Panel # 3 til # 11)

er alle enzym malinger med varierende mængde begroning. Begroningen består udelukkende af et bakterielt slim lag samt et lag af kiselalger (den brune belægning på panelerne).

Det kan således konkluderes, at enzym malingen i den nuværende form kan forhindre begroning af muslinger og rurer i en sejlsæson. Det er ikke entydigt hvorvidt modifikationen af enzymerne er en forbedring i forhold til umodificeret enzym idet base malingen sideløbende har undergået en optimering.

Både som er malet med enzymmaling:

De både, hvoraf nogle er stillet til rådighed gennem Dansk Sejlunion, er malet med enzymmaling uden modifikation af enzym. Enzymerne er tilsat andre formuleringer af maling end tidligere år herunder er en vandbaseret maling der er under afprøvning.

Dansk Sejlunion har stået for udlevering af malingen, inspektionen sæsonen igennem, indsamling af spørgeskemaer samt afrapporteringen. Her skal blot angives et eksempel samt gengive konklusionen fra delrapport 2.

Bådene der indgår i forsøget fremgår af Tabel 1.2.

Tabel 1.2 - Bådene der indgår i forsøget.

Båd	Havn	Maling
Yngling	Horsens	Mark 5 + enzym A 2,5 L
Motorjolle	Horsens	Mark 5 + enzym A 2,5 L
Banner 28	Marselisborg	Mark 5 + enzym A 2,5 L
LM-24	Helsingør	Vandbaseret + enzym S16 L
IFér	Helsingør	Mark 5 + enzym A 2,5 L
Sundwind 27	Humblebæk	Mark 5 + enzym A 2,5 L
Maxi Fenix	Vedbæk	8-forskellige malinger

Mark 5 er en opløsningsmiddel baseret, polerende maling, og der blev anvendt 5 % enzymopløsning i de prøver.

De fleste af bådene er søsat i maj eller begyndelse af juni. Næsten alle sejlere bemærker at enzymmalingen har dårlig dække evne og noget vanskelig at påføre. Bådene i Horsens er tilset første gang i juni. Et eksempel fremgår af Foto 1.4 nedenfor. En mere udførlig beskrivelse findes i delrapport 2.



Foto 1.4 - Båd, der er malet med enzymmal ing. Striben, der ses gennem bund og køl, er malet med samme mal ing uden tilsætning af enzym.

Konklusion - testbåde

På baggrund af inspektionerne og bådejernes vurdering er følgende udsagn formuleret om de to enzymbaserede testbundmalinger:

Enzymbaseret testmaling Mark 5

- Begror med særdeles meget slim og alger.
- Testsejlerne observerede mere begroning i vandlinien end normalt.
- Testsejlerne oplevede gennem sæsonen en reduktion i bådens fart.
- Rurer forekommer kun i begrænset mængde på testmalingen. Dette gælder dog ikke i Horsens, hvor testbådene ved inspektion i august var dækket af rurer (50-100% af bundarealet).
- Afrensning af begroning har været nødvendig og er foretaget på hovedparten af testbådene.
- Der var kun ringe eller ingen forskel i begroningen på testmaling (med enzymer) og kontrolmaling (uden enzymer).
- Påføringsegenskaberne var ikke tilfredsstillende. Malingen var meget tyndtflydende og havde ringe dækkeevne.

Det konkluderes, at den enzymbaserede Mark 5 ikke virkningsmæssigt adskiller sig specielt fra standardproduktet uden enzymer. I sin nuværende

formulering kan testmalingen ikke leve op til sejlernes behov for en rimeligt begroningsfri bund, der kan sikre manøvreringsevnen.

Enzymbaseret testmaling Vandbaseret base S 16L

Denne maling svarer til den, der er påført panel 11 på det afbildede raft fra Helsingør (og i tabel 1.1).

- Vandbaseret base med enzym har kun været afprøvet på en enkelt båd og grundlaget for udsagn vedr. denne malinger er derfor beskedent.
- Det var dog tydeligt, at båden med enzymmaling S 16 L var mindre begroet end øvrige testbåde (der lå i andre havne).
- Begroningen blev ikke vasket af i løbet af sæsonen og gav ikke anledning til uacceptable sejladshold for den pågældende ejer.
- Der var ingen forskel i begroningen på testmaling (med enzymer) og kontrolmaling (uden enzymer).

Det må konkluderes, at kendskabet til enzym maling S 16 L antibegroningsegenskaber er begrænset. Yderligere bådtest i en række forskellige havne vil derfor være nødvendig, før der siges noget generelt og mere fyldestgørende om denne malings virkning. Herunder vil det være essentielt med en grundigere undersøgelse af enzymernes effekt.

2 Delrapport 2: Praktisk afprøvning – forløbsbeskrivelse

Dansk Sejlunion har som led i projekt om udvikling og afprøvning af enzymbaseret bundmaling stået for den praktiske afprøvning af to miljøvenlige bundmalingsprodukter fra firmaet BioLocus. I alt 6 lystbåde fordelt på tre forskellige lystbådehavne i Danmark har deltaget i afprøvningen. De tre testhavne er Helsingør, Horsens og Marselisborg. Havnene er valgt for nogenlunde at dække den variationen i begroningstyper og mængder, der findes i de danske farvande.

Afprøvningen er en videreførelse af et tidligere lignende projekt, hvor enzymbaserede produkter har været afprøvet. Konklusionen på det tidligere projekt var, at det på en række punkter var nødvendigt at videreudvikle teknologien for at tilfredsstille sejlerens behov for en rimelig begroingsfri bund, der kan sikre manøvreringsevnen og søsikkerheden.

Formålet med den aktuelle afprøvning har været, at få en indikation af, hvordan de videreudviklede malinger i praksis fungerer gennem en hel sejlsæson. Herunder har det været væsentligt løbende at kvantificere eventuel begroning på malingerne og få testsejlerens vurdering af de pågældende produkter. Bundmalingerne der har været testet er to biocidfri standardmalinger modificeret med enzymer. BioLocus har fået malingerne fremstillet i løn produktion.

Den ene maling benævnes **Mark 5** og er en opløsningsmiddelbaseret eroderende bundmaling, der ifølge sikkerhedsdatabladet indeholder zinkoxid (20-40%) mærket R50, R53, men ingen deciderede biocider. Malingen er modificeret gennem tilsætning af enzymer. Mark 5 blev afprøvet på 5 både.

Som referencemaling blev standardproduktet (Mark 5 uden enzymer) anvendt og påført i en 20-30 cm bred stribe midtskibs fra vandlinjen ned under kølen og op til vandlinjen på modsatte side. Referencemalingen blev påført for at kunne sammenligne de to produkter og vurdere enzymernes virkning i malingen.

Den anden maling, benævnt **Vandbaseret base** er vandbaseret. Ifølge sikkerhedsdatabladet indeholder denne maling også Zinkoxid (20-50 %), men ej heller deciderede biocider. Malingen er modificeret med enzymer og afprøvet på én testbåd (produktet var desværre først klar relativt sent i forløbet, hvor øvrige testbåde var søsat). Vandbaseret base uden enzymer blev på denne båd anvendt som referencemaling.

2.1 Forbehandling

Der blev som udgangspunkt udleveret en 1-komponent standard primer til de deltagende bådejere. Deltagerne påførte selv denne primer forud for påføringen af testmalingen. Primerens funktion var at forsegle tilbagesiddende

gammel bundmaling. Herved sikres et ensartet udgangspunkt for testen, samt at den gamle bundmaling ikke influerer på testmalingerne virkning.

Primer, testmaling og referencemaling blev påført af bådejerne med rulle.

2.2 Udlevering og påføring af maling

Primer, testmaling og referencemaling blev udleveret ultimo marts til de deltagende testsejlere (enkelte dog senere). Der blev også udleveret malerruller og bakker.

Testbundmalingen skulle efter forskrifterne påføres i to lag.

2.3 Søsætning

Hovedparten af bådene er søsat i den normale periode fra medio april til medio maj. Enkelte blev dog først søsat senere. Det drejer sig bl.a. om bådene i Helsingør (hvh., primo og medio juni).

2.4 Spørgeskemaer

Deltagerne har udfyldt to spørgeskemaer i løbet af testen. Dels et påføringsskema hvor bådejerne bl.a. skulle vurdere, hvordan malingen var at arbejde med. Dels et resultatskema der skulle besvares ved sæsonens afslutning. Bådejerne skulle udfylde dette skema inden bådene blev taget på land. Heri skulle de beskrive deres oplevelser med testmalingen, herunder om testmalingen havde været anderledes at sejle med end normalt, om de havde observeret begroning i vandlinien, om de havde mærket fartreduktion m.m.

2.5 Inspektioner

Dansk Sejlunion har foretaget 3 inspektionsrunder i løbet af sejlsæsonen 2005:

1. runde – ultimo juni (her blev der taget 1 båd op i 1 af testhavnene)
2. runde – august/september (her blev 6 både inspiceret i 3 testhavne)
3. runde – oktober/november (her er alle både, på nær en der forblev i vandet, inspiceret i forbindelse med vinteroptagning).

Ved første og anden inspektion blev testbådene fotograferet, og der blev udfyldt skemaer over begroningstyper og -mængder observeret på de enkelte både. Inspektioner blev udført for at få en indikation af, hvordan begroningen udviklede sig på hhv. test- og kontrolmalingerne.

Forud for tredje inspektionsrunde informerede testsejlerne Dansk Sejlunion om tidspunktet for optagning af båden. Bådene blev også ved den lejlighed fotograferet og begroningstyper og -mængder noteret.

3 Kvantificering af begroning

Under inspektionerne er de enkelte begroningstyper observeret på testbådene forsøgt kvantificeret i forhold til, hvor stor en andel af de enkelte begroningstyper, der dækkede skroget. Nedenstående tabel viser, hvordan begroningen er kvantificeret.

Tablet 3.1 - Skema til kvantificering af begroning anvendt i forbindelse med inspektioner.

Begroning	Ca. %-andel af skroget dækket af begroning	Kategori
Ingen bevoksning	0%	0
Lidt bevoksning	0 - 5%	1
En del bevoksning	5 – 25%	2
Meget bevoksning	25 – 50%	3
Særdeles meget bevoksning	50 - 100%	4

3.1 Begroningstyper og mængder

De mest fremtrædende begroningstyper i de 3 havne er:

- Slim
- Alger
- Rurer (særligt i Horsens)
- Mosdyr (bryozoer)
- Søpunge (kun observeret i Marselisborg)

4 Resultater vedr. påføringsegenskaber

I det følgende præsenteres resultaterne vedr. påføring af de modificerede bundmalinger Mark 5 og Vandbaseret base.

I Bilag 1 er deltagernes kommentarer til påføringsegenskaberne for hhv. primer og testbundmalinger gengivet.

4.1.1 Primer

De der kommenterede på primerens påføringsegenskaber var tilfredse. Dog var der ikke helt tilfredshed med farven, da kontrasten til testmalingerne (hvide) var stor.

4.1.2 Enzymbaseret testmaling Mark 5

Generelt var bådejerne ikke tilfredse med malingens påføringsegenskaber. Malingen blev oplevet som meget tynd og dækkede dårligt. Dette medførte bl.a., at flere bådejere havde svært ved at få malingen til at strække til to lag. Flere fik imidlertid udleveret mere maling, men fik trods dette, alligevel ikke malingen til at dække ordentligt.



Foto 4.1 - Testbåds udseende efter påføring af to lag bundmaling som foreskrevet.

4.1.3 Enzymbaseret testmaling Vandbaseret base

Ingen specifikke oplysninger vedr. påføringsegenskaberne.

5 Resultater vedr. antibegroningsegenskaber

5.1 Inspektioner

I det følgende præsenteres resultaterne fra bådinspektionerne og i afsnit 5.2 bådernes vurdering af malingernes antibegroningsegenskaber.

I løbet af testen har alle bådere, hvis både har været påført testmalingen Mark 5 skønnet det nødvendigt, at skrubbe eller vaske bunden fri for begroning en til flere gange i sæsonen. Begrundelsen har været nedsat fart, øget brændstofforbrug, begroning i vandlinien m.m. En af disse både blev dog, af hensyn til forsøget, ikke rengjort i løbet af sæsonen.

De øvrige testbåde blev vasket i forbindelse med inspektionerne således, at bundene forinden kunne fotograferes og begroningsmængder og – typer kunne beskrives. Herved har det, trods afvaskninger, været muligt at få et billede af malingernes antibegroningsegenskaber gennem sejlsæsonen.

Båden påført testmalingen Vandbaseret base har ikke været afvasket for begroning i løbet af sæsonen.

Denne situation svarer til, hvad der er almindelig praksis, idet hovedparten af danske bådere, normalt ikke vasker bunden i løbet af sæsonen.

5.1.1 Horsens

5.1.1.1 Inspektion - juni

Ved første inspektion den 21/6 2005 blev én båd i Horsens inspiceret. Båden en ***Yngling*** havde ikke forinden været afvasket for begroning. Båden havde været i vandet ca. en måned og sejlet et par gange om ugen.



Foto 5.1 - Begroning Yngling: Slim (25-50%), alger (5-10%), mosdyr (0%), rurer (0%), muslinger (0%). Kontrolmaling: Særdeles meget slim (50-100%).

Båden blev ved inspektionen ikke afvasket for begroning, da den var rimelig pæn. Testmalingen var en del mindre slimet end kontrolmalingen (se nedenstående billeder) og klarede sig således på dette tidspunkt bedre end kontrollen. Der var ingen rurer på hverken kontrol- eller testmaling.



Foto 5.2 - Der er tydelig mere begroning på kontrolmalingen (den smalle stribe midtskibs).

5.1.1.2 Inspektion - august

Inspektion på land den 9/8 2006 af *Ynglingen* og *Havnefogedens jolle*.

Ynglingen havde i den mellemliggende periode ikke været afvasket i bunden. I løbet af 1½ måned er begroningen, som det fremgår af billederne nedenfor, øget en hel del. Forskellen på kontrol og testmaling er ej heller så markant længere. Begge malinger er endvidere nu begroet med både alger, rurer og muslinger. Båden blev, efter ønske fra bådens brugere, afvasket for begroning i forbindelse med inspektionen. Årsagen var nedsat fart og manøvreringsevne. Det var nødvendigt, at anvende en spartel for at fjerne rurerne i kombination med højtryksrensning.



Foto 5.3 - Begroning Yngling: Slim (50-100%), alger (5-25%), bryozoer (0%), rurer (50-100%), muslinger (25-50%). Kontrolmaling: Lidt mere slimet og lidt flere kiselalger end på testmalingen - særligt på skroget.



Foto 5.4 - Nærbil lende af begroning på Yngling, der viser udbredelsen af rurer på skroget. Forskellen på test- og kontrolmalning er på dette tidspunkt ikke så udtalt. Afrensning af begroning med højtryksrensere fjernede ikke rurerne (se nedenfor).

Havnefogedens jolle

Jollen havde ligget i vandet i 2 måneder og sejlet et par gange om ugen. Bunden var begroet med særdeles meget slim og mange alger, særligt i vandlinjen.





Foto 5.5 & 5.6 - Begroning Havnefogedens Jolle: Slim (50-100%), alger (25-50%), bryozoer (0%), rurer (0-5%), muslinger (0%).

Der var også rurer på bunden, men kun på omkring 5% af bundarealet.

På ubehandlede områder lige under vandlinjen voksede mange muslinger.

Jollen blev, i forbindelse med inspektionen, ikke rensat for begroning.

5.1.1.3 Inspektion - vinteroptagning

Ynglingen blev taget på land 8/10 2005 og var på dette tidspunkt, 2 måneder efter anden inspektion, ret begroet. Dette til trods for at bunden ved anden inspektion, som nævnt, var blevet rengjort. Der var dog lidt færre rurer på bunden end ved anden inspektion. Den største opblomstring af rurer finder sted i starten af sommeren og kan være forklaring herpå.



Foto 5.7 - Begroning Yndling: Slim (50-100%), alger (5-25%), bryozoer (0%), rurer (25-50%), muslinger (0-5%). Kontrolmaling: Mere slimet og flere rurer end testmalingen særligt på skroget.

Havnefogedens jolle er ved optagning lige før jul begroet med et særdeles tykt lag alger. I disse vokser en del muslinger. Der er kun meget få rurer på bunden.



Foto 5.8 - Begroning Havnefogedens Jolle: Slim (50-100%), alger (50-100%), bryozoer (0%), rurer (0-5%), muslinger (5-25%).

5.1.2 Marselisborg

5.1.2.1 Inspektion - august

Testbådene i Marselisborg - en **Banner 28** og en **Yngling** - blev første gang inspiceret den 9/8 2005.

Bådene havde ikke forinden været afvasket for begroning. **Banner 28'eren** havde været i vandet ca. tre måneder og sejlet ugentlig kapsejls samt flere weekend- og dagture. Bunden var begroet med et jævnt rimeligt tykt lag slim og alger, men ingen rurer. Dog sad der på bagkanten af roret 8 rurer hvilket indikerer, at de findes i havnen. Forskellen på test- og kontrolmaling var beskeden.



Foto 5.9 - Begroning Banner 28: Slim (50-100%), alger (50-100%), mosdyr (0%), rurer (0%), muslinger (0%). Kontrolmaling: Slim og alger (50-100%) lidt mindre begroning på nederste del af kølen.

Båden blev, efter ønske fra ejeren, afvasket for begroning, i forbindelse med inspektionen. Årsagen var en reduktion i farten på omkring 2 knob. Begroningen blev fjernet med en blød børste, vand og en del knofedt. Bådens vægt blev endvidere målt før og efter afvaskningen. Den rene båd var 10 kg. lettere.

Ynglingen var på inspektionstidspunktet, lidt over tre måneder efter søsætning, som Banner'en begroet med et jævnt og rimelig tykt slim- og algelag. Også på denne båd blev begroningen vasket af, idet farten og manøvreringsevnen var forringet ud over det acceptable. Der var ej heller rurer på denne bund. Forskellen på kontrol og testmaling var minimal.



Foto 5.10 - Begroning Yngling: Slim (50-100%), alger (50-100%), bryozøer (0%), rurer (0%), muslinger (0%). Kontrolmaling: Kun lidt begroet end testmalingen.

5.1.2.2 Inspektion - vintertagning

Begge både blev taget på land den 6. november og var begroede primært med slim og alger. Dette til trods for at bundene ved anden inspektion var blevet rengjorte. Der var kun et begrænset antal rurer på bundene. Som det ses på billedet nedenfor sad der dog en del på forkanten af Banner 28'ers ror.



Foto 5.11 - Begroning Banner 28: Slim (50-100%), alger (50-100%), mosdyr (0%), rurer (0-5%), muslinger (0%). Kontrolmaling: Lidt mindre på nederste del af kølen (den "hvide" stribe på skroget er forårsaget af kranstroppen og er altså ikke kontrolmalingen).

Ynglingen var begroet nogenlunde som Banner'en. Kølen var pæn i forhold til skroget og var kun begroet i begrænset omfang. På billedet fornemmes en svag forskel på kontrol- og testmaling på kølen, men ikke på selve skroget.



Foto 5.12 - Begroning Yngling: Slim (50-100%), alger (50-100%), mosdyr (0%), rurer (0-5%), muslinger (0%). Kontrolmalning: Som den øvrige bund. Begroningen på kølen var begrænset.

5.1.3 Helsingør

5.1.3.1 Inspektion - august

Testbådene i Helsingør – en **Ifør** og en **LM 24** – blev inspiceret første gang den 23/8 2005.

Iføren havde kun sejlet ganske lidt siden søsætningen i midten af juni. Den var begroet med en udbredt slimlag samt en del alger, mest i vandlinjen. Der var ikke andre former for begroning på bunden. Kontrolmalingen var lidt lysere end testmalingen, men begroningsmængden var den samme. Der blev ej heller på kontrollen observeret rurer eller anden form for begroning.



Foto 5.13 - Begroning IF'er: Slim (50-100%), alger (5-25%), mosdyr (0%), rurer (0-5%), muslinger (0%). Kontrolmaling: Stort set som den øvrige bund.

LM 24'eren var testens eneste båd påført den vandbaserede testmaling (Vandbaseret base). Båden blev søsat den 3. juni og havde frem til inspektionstidspunktet sejlet på 1 uges sommerferie, en række dagsture samt weekendture.

Bunden var rimelig pæn og generelt mindre begroet end **IF'erens**. Begroningen bestod primært af slim og derudover en del alger. Der var en række rurer over roret, men ingen på resten af den bemalede bund.

En stribe over den malede vandlinje (under den faktiske vandlinje) var begroet med rurer og bryozoaer. Dette område var ikke malet, men vidner om disse begroningstypers tilstedeværelse i havnen. Der var ligeledes rurer på skruen.

Umiddelbart kunne der ikke ses forskel på kontrol- og testmaling. Begroningen blev ikke vasket af i forbindelse med inspektionen.



Foto 5.14 - Begroning LM 24: Slim (50-100%), alger (25-50%), mosdyr (0%), rurer (0-5%), muslinger (0%). Kontrolmalning: Som den øvrige bund.

5.1.3.2 Inspektion - vinteroptagning

LM'eren blev taget på land den 10/11 2005. Begroningsmængden var øget siden august-inspektionen. Både laget af slim og alger var mere udbredt, mest på bagbord side. Der var enkelte bryozoer og enkelte rurer (hvor malingen ikke har dækket ordentligt). Endelig sad der søpunge under kølen på områder, der ikke var malet. Roret var næsten helt rent. Der var ingen forskel på kontrol- og testmaling.



Foto 5.15 - Begroning LM 24: Slim (50-100%), alger (25-50%), mosdyr (0%), rurer (0-5%), muslinger (0%). Kontrolmalning: Som den øvrige bund – ingen forskel.



Foto 5.16 - Billede af området hvor kontrolstriben findes. Som det fremgår, er der ingen forskel.



Foto 5.17 - 25 Roret var næsten helt rent.



Foto 5.18 - Begroningen var rimelig nem at vaske af med en børste og vand.

5.1.4 Opsamling på inspektioner

5.1.4.1 Forskel på test- og kontrolmaling

Mod forventning blev der generelt observeret lille eller ingen forskel på kontrol- og testmalingerne. Forskellen var tydeligst i Horsens, hvor der blev observeret mere slim og alger på kontrolmalingen. Til gengæld var forskellen ikke så tydelig hvad angår rurer. Der var kun lidt færre rurer på testmalingen i forhold til kontrollen. I de øvrige havne var forskellen mindre. Forskellen synes yderligere formindsket gennem sæsonen. Ved vinteroptagning var det således på alle testbåde meget svært at se forskel.

Det var ellers forventeligt, at der på kontrolmalingerne ville være klart flere rurer og evt. andre former for begroning, da kontrolmalingerne, som nævnt, ikke indeholder enzymer.

Årsagen hertil kendes ikke, men det stiller spørgsmålstegn ved enzymernes effekt i testbundmalingerne.

Samtidig må resultatet betyde, at standardmalingerne i sig selv har en virkning overfor bl.a. rurer.

5.1.4.2 Begroningstilvækst

Det er på *Ynglingen* i Horsens tydeligt, at den største begroningstilvækst sker hen over sommeren mellem første og anden inspektion (ultimo juni til primo august).

Ses der på den samlede mængde af begroning var *LM'eren* i Helsingør den båd, der klart havde mindst. Båden klarede sig gennem sæsonen uden at få vasket begroning af. Den blev kun anvendt til tursejls og begroningsmængden var ifølge ejeren acceptabel. *LM'eren* blev desværre søsat lidt sent (primo juni), hvor hovedparten af de danske lystfartøjer, normalt søsættes i april / maj måned.

Disse en til to måneder har erfaringsmæssigt betydning for hvor meget bunden begror i løbet af sæsonen. Det må derfor anbefales, at testen gentages på en række både f.eks. i de samme tre testhavne for at få et bedre billede af den enzymbaserede testmaling Vandbaseret Base's antibegroningsegenskaber gennem en hel sejlsæson.

5.1.4.3 Fjernelse af begroning

I forbindelse med afvaskningerne under første og anden inspektion var det generelle indtryk, at begroningen var rimelig nem af vaske af. Med højtryksrensning, en blød børste eller skrubbe var det muligt at fjerne slim og alger. Rurerne i Horsens skulle dog fjernes med en spartel.

5.1.4.4 Afsmitning

Der var ikke, i samme omfang som ved forsøget i 2003, tendens til, at malingerne smittede af mens bådene lå i vandet eller i forbindelse med afvaskning på land. Kun en enkelt bådejer havde observerede, en "støv" sky af maling i vandet omkring båden. På denne båd var der imidlertid påført mange lag maling, hvilket måske kan være årsag til afsmitningen.

5.2 Testsejlernes vurdering

Testsejlerne blev i slutningen af sæsonen bedt om at svare på en række spørgsmål vedr. deres oplevelser med testbundmalingerne, herunder om de gennem sæsonen havde mærket en reduktion i bådens fart, om de havde observeret mere begroning i vandlinjen end normalt og i givet fald fra hvilken måned samt om malingen havde været anderledes at sejle med i forhold til tidligere anvendte malinger.

Følgende svar blev givet:

4 testsejlere (med Mark 5) (en svarede ikke) angav, at de gennem sæsonen kunne mærke en fartreduktion. 2 svarede; ja, lidt, 2 svarede: ja, meget.

En mærkede fartreduktionen fra juni måned, to fra juli, mens en først mærkede det fra september måned (sidstnævnte båd var ellers vasket fri for begroning en måned tidligere).

Kun en af bådejerne anvendte sin båd til kapsejlad. Denne bådejer angav fartreduktionen til 2 knob. De øvrige angav ikke reduktionen i knob.

Bådejeren der på sin båd havde påført den enzymbaserede testmaling Vandbaseret base, mærkede ingen fartreduktion og oplevede ej heller mere begroning i vandlinjen. Bådejeren kunne imidlertid ikke svare på spørgsmålet om, hvorvidt malingen havde været anderledes at sejle med end tidligere anvendte malinger, da det var ejerens første sæson i båden.

Blandt de øvrige testsejlere observerede 2 ud af 4 meget mere begroning i vandlinjen end normalt. 2 oplevede lidt mere begroning end normalt.

Ikke alle har opgivet fra hvilken måned de observerede mere begroning i vandlinjen, men de der svarede angav juni, juli og september (sidstnævnte båd var ellers vasket fri for begroning en måned tidligere).

5.2.1 Testsejlernes kommentarer

4 ud af 5 (1 svarede ikke) svarede ja på spørgsmålet om, hvorvidt testmalingen var anderledes at sejle med i forhold til tidligere anvendte malinger. De blev samtidig bedt om at beskrive hvordan. Ikke alle gjorde dette, men i bilag 1 er indkomne kommentarer samlet.

I resultatskemaet havde testsejlerne også mulighed for at give andre kommentarer til hvordan det havde været at sejle med testmalingerne. Disse kommentarer er også gengivet i bilag 1.

Af kommentarerne fremgår det, at bådejerne ikke har været specielt tilfredse med testmalingen Mark 5.

6 Konklusion på delrapport 2; praktisk afprøvning på både

På baggrund af inspektionerne og bådejernes vurdering er følgende udsagn formuleret om de to enzymbaserede testbundmalinger:

Enzymbaseret testmaling Mark 5

- Begror med særdeles meget slim og alger.
- Testsejlerne observerede mere begroning i vandlinien end normalt.
- Testsejlerne oplevede gennem sæsonen en reduktion i bådens fart.
- Rurer forekommer kun i begrænset mængde på testmalingen. Dette gælder dog ikke i Horsens, hvor testbådene ved inspektion i august var dækket af rurer (50-100% af bundarealet).
- Afrensning af begroning har været nødvendig og er foretaget på hovedparten af testbådene.
- Der var kun ringe eller ingen forskel i begroningen på testmaling (med enzymer) og kontrolmaling (uden enzymer).
- Påføringssegenskaberne var ikke tilfredsstillende. Malingen var meget tyndtflydende og havde ringe dækkeevne.

Det konkluderes, at den enzymbaserede Mark 5 ikke virkningsmæssigt adskiller sig specielt fra standardproduktet uden enzymer. I sin nuværende formulering kan testmalingen ikke leve op til sejlerens behov for en rimelig begroingsfri bund, der kan sikre manøvreringsevnen.

Enzymbaseret testmaling Vandbaseret base:

- Vandbaseret base har kun været afprøvet på en enkelt båd og grundlaget for udsagn vedr. denne maling er derfor beskedent.
- Det var dog tydeligt, at båden med Vandbaseret base maling var mindre begroet end øvrige testbåde.
- Begroningen blev ikke vasket af i løbet af sæsonen og gav ikke anledning til uacceptable sejladforhold for den pågældende ejer.
- Der var ingen forskel i begroningen på testmaling (med enzymer) og kontrolmaling (uden enzymer).

Det må konkluderes, at kendskabet til den enzymbaserede testmaling Vandbaseret bases antibegroningsegenskaber er begrænset. Yderligere bådtest i en række forskellige havne vil derfor være nødvendig, før der siges noget generelt og mere fyldestgørende om denne malings virkning. Herunder vil det være essentielt med en grundigere undersøgelse af enzymernes effekt.

6.1 Det videre forløb

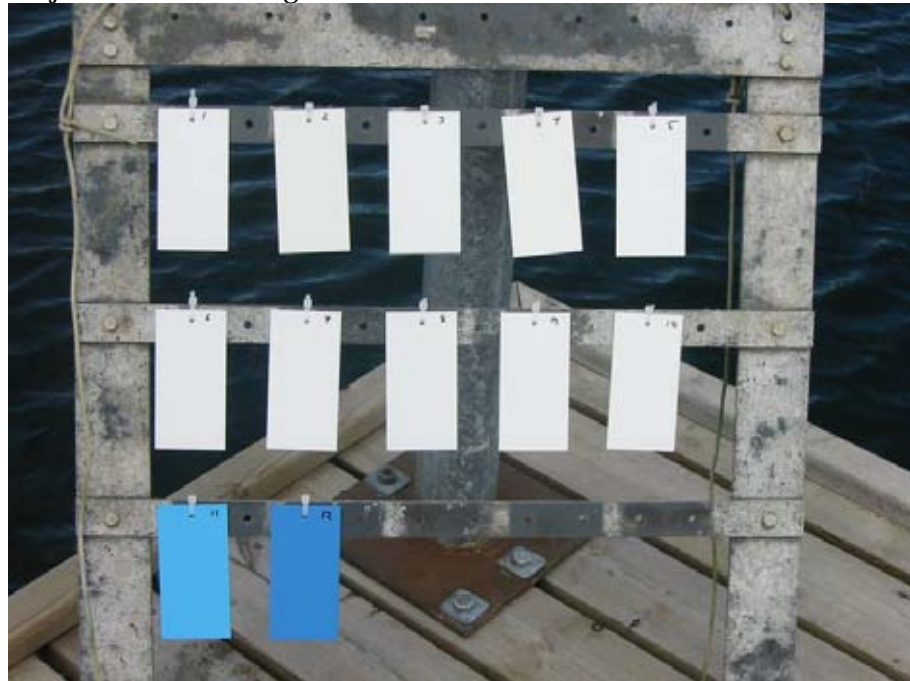
Dansk Sejlunion anser fortsat den enzymbaserede malingsteknologi for at være et lovende biocidfrit alternativ. I forhold til testen i 2003, er der i 2005 opnået et bedre resultat. Der har i 2005 testen ikke været problemer med poleringsegenskaberne, ligesom mængden af begroning observeret på bådene generelt har været mindre.

Pga. den lille forskel i begroningsmængder på hhv. kontrol- og testmaling kan det bedre resultatet desværre nok ikke i særlig høj grad tilskrives enzymerne.

Dansk Sejlunion håber imidlertid, at der til gavn for miljøet og lystsejlerne vil blive arbejdet videre på at forbedre enzymteknologien for at øge antibegroningsegenskaberne især over for slim og alger. Desuden at der gennemføres yderligere test og afprøvninger.

Udvikling af begroning gennem en sejlsæson på et raft nedsænket i Helsingør Nordhavn.

Maj – før nedsænkning



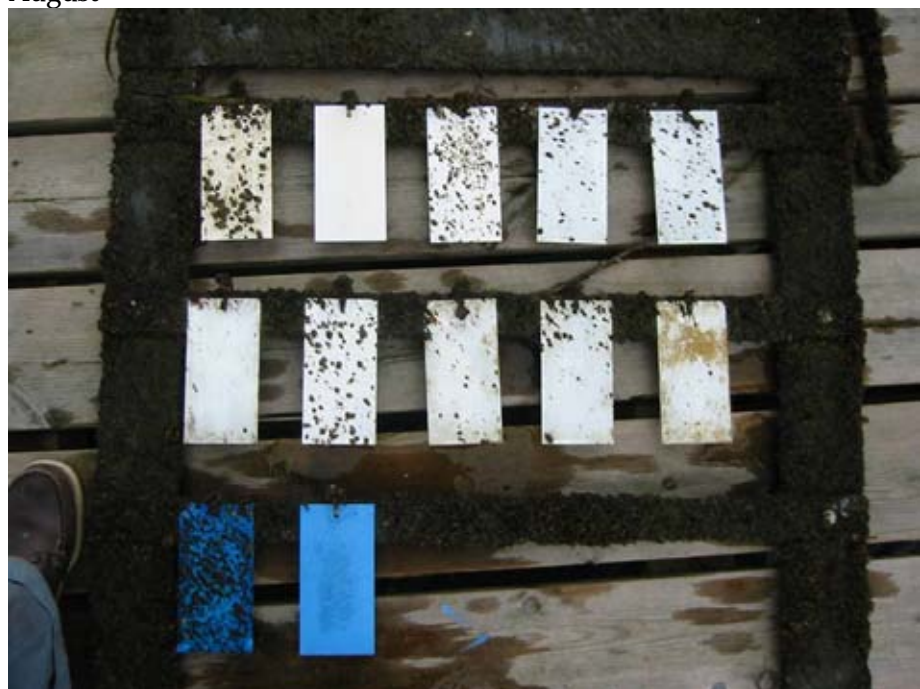
Juni



Juli



August



September



Oktober

