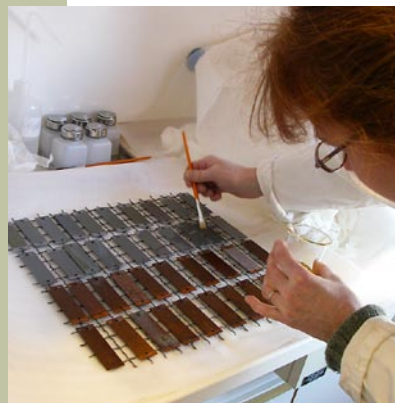




Slutrapport för FoU-projektet Inhibitorer för omålat järn

Rostskyddsmedel för omålat järn

Rapport från Riksantikvarieämbetet 2007:3



Runt om i landet på museer, hembygdsgårdar och i gamla industrimiljöer finner vi gamla föremål av järn. Det är en rik kulturskatt, ofta i form av äldre hushållsredskap, maskiner, verktyg och vapen som berättar om tidigare generationers liv och arbete. Järn är en känslig metall som lätt bryts ner av rost. Så länge järnföremål används och kontinuerligt vårdas, hinner aldrig rostangreppen bli speciellt allvarliga. Det är när ett föremål inte längre används som det finns risk att det blir offer för korrosionsangrepp och snabbt kan förstöras.

För att hjälpa alla som är engagerade i vården av gamla föremål har vi i FoU-projektet ”Rostskyddsmedel för omålat järn” testat och utvärderat en rad olika metoder och rostskyddsprodukter. Bland annat har vi gjort jämförelser mellan traditionella och moderna rostskyddsmedel.

En del av skriften går även in på olika metoder att rostskyddsbehandla arkeologiskt jordfunnet järn. Denna typ av föremål är ytterst känslig för fukt. Vi har undersökt hur rostskyddsmedel fungerar som rostskydd även för denna speciella föremålsgrupp.

Riksantikvarieämbetet
Box 5405
114 84 Stockholm
www.raa.se
bocker@raa.se

ISSN 1651-1298
ISBN 978-91-7209-460-4

Slutrapport för FoU-projektet Inhibitorer för omålat järn

Rostskyddsmedel för omålat järn

Rapport från Riksantikvarieämbetet 2007:3



Riksantikvarieämbetet

Riksantikvarieämbetet

Box 5405, 114 84 Stockholm

Tel. 08-5191 8000

Fax 08-5191 8083

www.raa.se

bocker@raa.se

Projektmedlemmar

Åsa Norlander, Annmarie Christensson, Emma Wikstad och Jenny Sjöstedt.

Tack till

Projektgruppen vill tacka alla kollegor som hjälpt och stöttat oss i vårt arbete.

Vi vill framföra ett varmt tack till Bo Rendahl på Kimab, Corrosion and Metals Research Institute i Stockholm, professor Einar Mattsson, EMK och Mille Törnblom, Materia Antiqua för deras värdefulla hjälp med projektet.

Tack också till konservator Tom Sandström, Riksantikvarieämbetet för översättning av sammanfattningen till engelska.

Omslagsbilder 1: Nyckel, amulettring och sporre från arkeologisk undersökning i Östergötland, Borgs sn, RAÄ 276, Dnr. 6009/92.

2: Applicering av rostskyddsmedel på provkuponer. Foto: Åsa Norlander.

3: Rostiga järnföremål, privat ägo. Foto: Annmarie Christensson.

Foto Annmarie Christensson: sid. 9, 11, 16, 17, 24. Gabriel Hildebrand: sid. 19, 27–36, 42. Jessica Lindewall: sid. 7. Åsa Norlander: sid. 8, 9, 20, 37, 38, 40, 41, 46, 47, 48, 49, 50.

Redaktör Cecilia Borssén

Layout Alice Sunneback

© 2007 Riksantikvarieämbetet

1:1

ISSN 1651-1298

ISBN 978-91-7209-460-4

Tryck NRS-tryckeri, Huskvarna, 2007

Innehåll

| | |
|---|-----------|
| Förord | 4 |
| Sammanfattning | 5 |
| Abstract | 6 |
| 1. Rostskyddsprojektet | 7 |
| 1.1 Bakgrund och syfte | 7 |
| 2. Undersökta rostskyddsmedel | 8 |
| 2.1 Allmän bakgrund | 8 |
| 2.2 Urval | 9 |
| 2.3 Produktbeskrivning | 10 |
| 2.4 Tester av rostskyddsmedlens egenskaper | 15 |
| 3. Etnologiskt omålat järn | 19 |
| 3.1 Bakgrund | 19 |
| 3.2 Korrosionsprovningmetod och utvärderingsmetod | 19 |
| 3.3 Provstationer | 20 |
| 3.4 Sammanställning av resultat från korrosionstesterna | 24 |
| 3.5 Redovisning av provningsresultat för de olika rostskyddsmedlen | 26 |
| 4. Arkeologiskt järn | 37 |
| 4.1 Bakgrund | 37 |
| 4.2 Korrosionsprovning på arkeologiskt järn | 37 |
| 4.3 Sammanställning av resultat från korrosionstesterna på urlakat järn | 42 |
| 4.4 Redovisning av provningsresultat för de olika rostskyddsmedlen | 45 |
| 5. Diskussion | 52 |
| Rostskyddsmedel | 52 |
| Etnologiskt material | 52 |
| Arkeologiskt järn | 53 |
| Slutsatser | 54 |
| 6. Litteraturlista | 55 |
| Bilagor | 56 |
| Bilaga 1. Sammanställning av enkätsvar | 56 |
| Bilaga 2. FTIR-diagram | 58 |
| Bilaga 3. Arkeologiskt provmaterial och urlakningsschema | 75 |

Förord

Det är få material som kräver lika mycket kontinuerligt underhåll som järn för att inte rosta sönder. Samtidigt utgör järnföremålen en stor del av samlingarna i museer, äldre industrimiljöer och hembygdsgrändar. Det innebär att det är många som är engagerade i bevarandet av detta kulturarv, ett arbete som kräver både tid och kunskap.

Vid Riksantikvarieämbetet utfördes under åren 2003 till 2006 ett projekt på FoU-anslag, med syfte att finna lämpliga rostskyddsmedel för kulturhistoriskt järn. Förhoppningen var också att betona miljö- och hälsoaspekten i studien eftersom många rostskyddsmedel är direkt skadliga för både människor, djur och natur. Undersökningen inriktades på både arkeologiskt jordfunnet järn och etnologiskt järn, det vill säga äldre järnföremål som inte legat i jorden.

Riksantikvarieämbetet hoppas att resultatet av detta forskningsprojekt kan komma att fungera som ett stöd för arbetet med kulturhistoriskt järn samt att inte minst vara en utgångspunkt för fortsatta studier av miljö- och hälsovänligare alternativ till de konventionella produkterna.

Marianne Lundberg
Avdelningschef

Sammanfattning

Rostskyddsprojektets mål var att finna rostskyddsmedel som är lämpliga för kulturhistoriska föremål. Dessutom ville vi undersöka om användning av rostskyddsmedel, i samband med konservering av arkeologiskt järn, kunde förbättra bevarandet av detta mycket instabila material. Projektet påbörjades 2003 och avslutades 2006.

Projektet inleddes med att ta reda på vilka rostskyddsmedel som var lämpliga att prova. En enkät om användningen av rostskyddsbehandling skickades till hembygdsföreningar och konserveringsinstitutioner. Utifrån enkätsvaren och av oss formulerade kriterier på egenskaper som är önskvärda hos ett bra rostskydd, valde vi ut nitton stycken rostskyddsmedel. Ett viktigt önskemål var att finna ett rostskyddsmedel som var bra ur miljö- och hälsoaspekt.

Rostskyddsmedlen provades på järnkuponger, som exponerades i kallförråd på fem olika ställen i landet, under två år. Dessutom placerades en station utomhus. Relativ luftfuktighet och temperatur mättes. Resultatet blev att Dinitrolpasta klarade sig bäst. Linolja var sämst i undersökningen. Dinitrol 970, ett vattenbaserat och därmed mer miljövänligt alternativ, var det bästa rostskyddsmedlet i den kompletterande studien.

Testet av rostskyddsmedel på obehandlade spikar från en arkeologisk undersökning, visade att ett rostskyddsmedel som appliceras på ytan av ett obehandlat arkeologiskt järnföremål, inte nämnvärt förhindrar att järnet rostar. Behandling med rostskyddsmedel, måste för arkeologiskt järn, föregås av urlakning av klorider för att behandlingen ska bli effektiv. Spikar från samma arkeologiska lokal, urlakades i avjoniserat vatten med olika tillsatser. Efter urlakning preparerades spikarna med rostskyddsmedel och utsattes för provning i klimatkammare. Dinitrolpasta var det rostskyddsmedel som klarade sig bäst. Sämst i test var Dinitrol 81 och Isotrol Grund. Skillnaden mellan bäst och sämst när det gäller urlakningsmetoderna var inte speciellt stor.

Trots urlakning av järnet, kan inte något av de testade rostskyddsmedlen skydda det arkeologiska järnet lika bra som de skyddar det etnologiska järnet.

De rostskyddsmedel som förblev kletiga under lång tid efter applicering, klarade sig bäst under korrosionsprovningen av både provkuponger och arkeologiskt järn. De rostskyddsmedel som torkade snabbt och fick en hård yta, klarade sig sämst i korrosionstesterna av både provkuponger och arkeologiskt järn.

Abstract

The purpose of the project was to find a corrosion inhibitor suitable for objects of cultural and historical significance. Furthermore, we also wanted to investigate the use of corrosion inhibitors in conjunction with the conservation of archaeological iron to see if the long term preservation of this particularly unstable material could be improved.

The starting point for the project was to identify which corrosion inhibitors would be suitable for testing. A survey was sent to local historical societies and conservation facilities to document the use of corrosion inhibitors. A total of nineteen products were chosen based on the results of the survey and our own criteria regarding desirable properties.

The corrosion inhibitors were tested on iron samples which were exposed to a cold storage environment at five different locations in the country for a period of two years. In addition, one sample was also placed outside. The relative humidity and temperature were recorded during the test period. The results indicated that Dinitrol paste was the most effective, whereas linseed oil proved to be the least effective.

Tests using the various corrosion inhibitors on untreated nails from an archaeological context showed that the application of a corrosion inhibitor on the surface of an untre-

ated archaeological iron artifact does not significantly protect the iron from corrosion.

Nails from the same archaeological sites were desalinated using deionized water with the addition of various agents. Following desalination the nails were treated with the different corrosion inhibitors and exposed to conditions of elevated humidity and temperature in a climate chamber. Dinitrol paste was found to be the most effective whereas Dinitrol 81 and Isotrol Grund were found to be the least effective. The difference between the most and least effectively protected samples was not found to be significant in relation to the method of desalination.

In order for the treatment of archaeological iron with a corrosion inhibitor to be effective it has to be preceded by desalination. Despite desalination of the iron none of the corrosion inhibitors tested were able to protect archaeological iron as well as they were able to protect ethnographic iron.

The corrosion inhibitors that remained tacky for a long period after application performed better under conditions of corrosion testing for both the test samples and the archaeological iron. The corrosion inhibitors that dried quickly and formed a hard coating performed poorer under corrosion testing for both the test samples and the archaeological iron.

1. Rostskyddsprojektet

1.1 Bakgrund och syfte

Idén till projektet fick vi genom att många museer, hembygdsföreningar och privatpersoner under åren hörde av sig till oss med frågor om hur man bäst rostskyddar omålade järnföremål. Åtskilliga av dessa personer ville dessutom diskutera egna recept på olika blandningar, ofta med linolja som bas. Eftersom vi själva bara hade mycket begränsade erfarenheter av olika medel för rostskydd, kändes det ibland svårt att ge bra råd. Vi har visserligen själva rostskyddat både etnologiskt och arkeologiskt järn under många år, men vi har aldrig systematiskt utvärderat resultatet. Med etnologiskt järn menar vi äldre järnföremål, som inte legat i jorden, och som finns på museer, hembygdsgårdar, äldre industrimiljöer och dylikt. Arkeologiskt järn är jordfunna järnföremål som grävts upp i samband med arkeologiska undersökningar.

Projektets mål var att ur djungeln av rostskyddsmedel hitta preparat, som är lämpliga för omålade järnföremål på museer, hembygdsgårdar, i historiska industrimiljöer etc. En viktig aspekt var att om möjligt finna ett rostskyddsmedel som var mer miljö- och hälsövänligt, men som samtidigt var effektivt. Dessutom syftade projektet till att undersöka, om användning av rostskydd, i samband med konservering av arkeologiskt järn, kunde förbättra bevarandet av detta mycket rostbenägna material. Vi vill med hjälp av detta forskningsprojekt hjälpa alla de som aktivt arbetar med att vårda järnföremål att välja bra rostskyddsproduk-

ter, både ur bevarandesynpunkt, men också produkter som är så skonsamma som möjligt ur miljö- och hälsosynpunkt. Projektet pågick mellan 2003 och 2006.

Vi har inte genomfört någon total inventering av rostskyddsmedel som finns tillgängliga. Urvalet har i stället gjorts utifrån de kontakter vi haft med korrosionsspecialister, konservatorer, museer, hembygdsföreningar, privatpersoner, producenter med flera.

Vår ambition från början var att belysa hur de utvalda rostskyddsprodukterna motverkar korrosionsprocessen. Vi insåg snart att detta inte var möjligt, eftersom de verkssamma beståndsdelarna inte behöver redovisas av producenten, om de inte är hälso- eller miljöskadliga. I stället har vi fått nöja oss med att gruppera de olika rostskydden efter innehåll av lösningsmedel och filmtjocklek.

Korrosionstester av rostskyddsmedel på provkuponger, det vill säga provplåtar av stål, gjordes på både, från början helt rena kuponger och kuponger som hade ett tunt rostskikt. Vid den okulära besiktningen efter exponeringen, visade det sig att vi inte kunde bedöma rostgraden av de från början rostiga kupongerna. Därför har endast de från början rena kupongerna använts i bedömningen av rostskyddsmedlen. Dessa provplåtar användes i stället för järnföremål, för erhålla ett så enhetligt material som möjligt till korrosionstesterna.

Vi har inte använt viktändring vid utvärderingen av rostgrad. Flera rostskyddsmedel var, efter applicering, kletiga.

Efter exponeringen, hade damm, växtdelar etc. fastnat på flera kuponger. Vi bedömde att det var omöjligt att avlägsna sådan smuts från kupongerna utan att påverka resultatet.

Efter exponeringen av arkeologiskt järn i klimatkammare, hade ytan på många av provspikarna flagat rejält. Det var omöjligt att avgöra exakt vilka flagor som kom från de olika spikarna. Därför uteslöt vi även här viktförändringen som en faktor vid bedömningen.



Rostskyddsprojektet genomfördes av från vänster Anmarie Christensson, Emma Wikstad och Åsa Norlander. Jenny Sjöstedt saknas på bilden.

2. Undersökta rostskyddsmedel

2.1 Allmän bakgrund

Att järn rostar är en naturlag. Metalliskt järn framställs ur olika mineraler, malmer. Den framställda metallen är inte stabil, utan reagerar med olika ämnen i omgivningen för att återgå till sin ursprungliga mineralform. Denna nedbrytning, korrosion, av metallen avstannar först då metallen är helt mineraliserad, det vill säga då all metall är omvandlad till mineral. Nedbrytning av metallen fodrar tillgång på syre och vatten. Finns det dessutom närvaro av salter, smuts och frätande ämnen, så påskyndar detta nedbrytningen. Järn är en relativt känslig metall som lätt reagerar med syre och fukt i omgivningen. Detta gör att rosten snabbt kan få fäste och nedbrytningen kan börja. Rostskydd handlar bara om att fördröja verkningarna av denna naturlag.

Arkeologiskt järn är mycket känsligare för fukt jämfört med andra järnföremål. Detta beror på att arkeologiskt järn under sin tid i marken har tagit till sig salter, bland annat klorider, från omgivande jord. Klorider binder sedan lätt fukt från luften, vilket orsakar en snabb nedbrytning. Arkeologiskt järn bör inte förvaras i högre relativ luftfukt än cirka 15 %, (se kapitel 4 Arkeologiskt järn).

Det finns många metoder att rostskydda omålade metallföremål. Rostskyddsbehandlingen syftar till att förhindra olika ämnen, som orsakar korrosionsprocessen, att nå metallytan. Korrosionsskydd, inhibitorer, kan verka genom att fungera som fuktspärr, syrespärr eller innehålla ämnen som hämmar de elektrokemiska reaktionerna, det vill säga förhindrar anodprocessen eller katodprocessen. Många



Sönderrostat svärd i museimagasin.

skyddsmetoder har flera av dessa funktioner. En inhibitor är ett ämne som förhindrar eller hämmar en kemisk reaktion.

Traditionellt har järn rostskyddsbehandlats genom att det har linoljebränts. Vid linoljebränning hettas föremålet upp och doppas sedan i linolja. Resultatet blir en svart sidenmatt yta. Andra traditionella rostskyddsmetoder förutom linoljebränning, är inoljning utan bränning, tjärstrykning eller tjärbränning och linoljemålning.

Moderna rostskyddsmedel tillverkas i huvudsak för bilindustrin samt för transport och lagring av nytillverkade metallföremål. Industrin behöver sällan ta hänsyn till de estetiska och etiska krav som ställs när man arbetar med kulturhistoriska föremål. Det finns dock flera alternativ bland de moderna rostskyddsmedlen som även skulle kunna användas för rostskydds-behandling inom kulturmiljövården.

De vanligaste temporära korrosionsskyddsmedlen inom industrin är bland annat olika vax- och oljebaserade medel som föremålet sprayas eller stryks med, alternativt doppas i. Detta kan ge föremålen en yta, både färg- och strukturmässig, som inte är estetiskt tilltalande. Avsikten med de flesta av dessa rostskyddsmedel är att de ska avlägsnas innan föremålet används.

Det finns även rostskyddsmedel som innehåller polymerer. En polymer är en kolförening som är uppbyggd av små identiska molekyler som bildar kedjor av olika längd. En del polymerer kan kemiskt ”korsbinda”, vilket betyder att polymeren blir starkare genom att det bildas tvärgående förbindelser mellan polymerens kedjor. Detta kan innebära att medlet inte går att avlägsna med metoder som är lämpliga för känsliga föremål. Även så kallade ångfasinhibitorer är vanliga inom industrin. Föremålen läggs in i speciella tätslutande förpackningar. Man låter sedan en inhibitor i gasfas kondensera på metallytan. Enligt tillverkarna ska ångfasinhibitorer kunna skydda mot korrosion i åtminstone två år. Ångfasinhibitorer ingår inte i våra tester. Till järnföremål, där ytan inte behöver vara järnfärgad, kan man belägga ytan med en annan metall, som till exempel zink. Ett intakt zinksikt utgör en fukt- och syrespärr under det att ett inte heltäckande zinklager på ett järnföremål fungerar som offeranod, det vill säga zinken korroderar bort innan järnet börjar rosta. På så sätt skjuter man upp järnets nedbrytning. Likaså kan järn rostskyddsmålas med olika färgsystem. Dessa typer av rostskydd behandlas inte heller i denna undersökning.



Rostiga nycklar.

För att metallföremål ska korrodera, krävs närvaro av vatten och syre. När det gäller föremål i museimiljö bör man hålla så torr och ren luft som möjligt i de utrymmen där metall förvaras. Till hjälp kan man ha en avfuktare som kompletteras med ett kolfilter som renar luften.

I mindre utrymmen eller till exempel i täta utställningsmontrar kan man med hjälp av torkmedel, som till exempel olika typer av kiselgel eller bentonitlera, skapa både ett stabilt och torrt klimat. Detta gör att järnet inte börjar rosta. Även en syrefri miljö förhindrar att korrosionsprocessen startar. I stora utrymmen är naturligtvis detta mycket svårt att uppnå, men med hjälp av syreabsorberande medel som man placerar i en tättslutande förpackning är det möjligt att skapa ett sådant klimat.

2.2 Urval

Marknaden erbjuder ett stort antal rostskyddsprodukter. För att välja ut vilka produkter som skulle ingå i testet satte vi upp ett antal kriterier på egenskaper som är önskvärda hos ett bra rostskyddsmedel, se nedan. Med utgångspunkt från dessa kriterier valdes det sedan, i samråd med tillverkare och leverantörer, ut ett antal medel som kunde vara lämpliga att använda som testmaterial. Majoriteten av dessa medel har aldrig testats och utvärderats för användning på kulturhistoriskt material.

Vi ville även söka brett efter olika sätt att rostskyddsbehandla kulturhistoriska föremål. För att bilda oss en uppfattning om vilka medel (eller "hemgjorda recept") som

används på museer och i hembygdsföreningar, skickade vi ut en enkät där vi bland annat frågade om vilka medel som används och vilka erfarenheter det finns av dessa, (se Bilaga 1). Utifrån enkätsvaren valde vi sedan ut ett antal behandlingsmetoder som museer, konservatorer och hembygdsföreningar använder. Enkäten visade att en majoritet av



Bägare med rostskyddsmedel.

hembygdsföreningarna använder olika linoljeblandningar som rostskydd. Det känns därför viktigt att även testa ett antal traditionella rostskyddsmetoder under samma betingelser som moderna rostskyddsmedel.

ÖNSKVÄRDA EGENSKAPER HOS ETT ROSTSKYDDSMEDEL

- ◆ Lång skyddstid. Skyddstid ska vara minst ett år i kallförråd.
- ◆ Enkel att applicera.
- ◆ Ej missfärga föremålet.
- ◆ Ej vara klibbigt. Ytan ska torka och vara klibbfri efter en kortare tid.
- ◆ Vara möjlig att avlägsna med skonsamma metoder.
- ◆ Miljövänlig.
- ◆ Lätt att få tag på.

(Presenterade utan inbördes ordning).

Vid urvalet har vi dels valt de medel med längst angiven skyddstid, det vill säga den tid som ett rostskyddsmedel förhindrar uppkomst av ny rost. I de fall då det inte går att få fram rekommenderad skyddstid från tillverkaren har vi gjort en bedömning om medlet trots allt är intressant att testa för oss på grund av andra kriterier. Skyddstid i praktiken är dock alltid beroende på lokala förhållanden, vilket gör att medel kan hålla undan rost både kortare och längre tid än angivet.

Som tidigare nämnts innehåller en del rostskyddsprodukter polymerer, vilka kan vara svåra att avlägsna efter en tid. Skulle det uppstå skador, revor i den skyddande beläggningen av rostskyddsmedlet, finns det risk för lokala rostangrepp. Det är därför inte lämpligt att använda sådana rostskyddsmedel på kulturhistoriskt material. Eftersom det finns museer som använder rostskyddsmedel med polymerer, (Dinitrol 4010), valde vi trots allt att ha med det medlet i vår test. Linolja torkar kemiskt genom oxidation och polymeriseras, vilket innebär att linolja är svår att avlägsna med lösningsmedel. Torkad linolja är dessutom känslig för vatten och tar upp fukt och sväller. Detta kan leda till att linoljefilmen släpper från underlaget och spricker upp så att fukt kan tränga in och orsaka korrosion. Eftersom linolja är ett medel som hembygdsrörelsen använder sig mycket av som korrosionsskydd valde vi att ha med tre olika varianter trots de negativa egenskaperna.

Isotrol Grund är en alkydprodukt, en syntetisk harts, som också torkar kemiskt. Den är inte vattenkänslig som linoljan, men den är i likhet med linolja besvärlig att avlägsna. Vissa färgborttagningsmedel kan dock användas.

De flesta producenter av rostskyddsmedel anger en rekommenderad filmtjocklek för bästa effekt. För kulturhistoriskt järn kan ett tjockt lager med rostskyddsmedel vara estetiskt störande. Dessutom är det tidskrävande att kanske behöva vänta någon timme innan ett andra lager förs på. Vi har därför valt att endast applicera ett lager. Rostskydden påfördes med hjälp av mjuk pensel. För att få en uppfattning om filmtjockleken, som vi använt oss av i våra tester, vägdes provkupongerna före och efter applicering av rostskyddsmedlen. Viktskillnaden i relation till kupongernas yta gav ett mått på filmtjockleken i milligram per kvadratcentimeter. Producenterna anger filmtjockleken i mikrometer.

Marknaden erbjuder några få vattenbaserade medel som miljöalternativ. Vi valde ut ett vattenbaserat medel, Tectyl 5006W, för att testa hur bra detta är i jämförelse med de lösningsmedelsbaserade. Först efter det att korrosionsprovningen kommit igång, fick vi tips om ett vattenbaserat medel, Dinitrol 970. Vi ville gärna testa även detta medel, vilket innebär att det har testats under en kortare period och utomhus till skillnad från de övriga som testats inomhus.

Till slut blev det nitton olika medel (tjugo med Dinitrol 970), som testades på järnkupongerna. Sexton medel (sju med Dinitrol 970) som är industriellt framtagna för rostskydd samt tre olika linoljerecept. På arkeologiskt järn testades nio stycken industriellt framtagna medel.

2.3 Produktbeskrivning

Rostskyddsmedel som testats på järnkuponger

Siffran till vänster hänvisar till medlens numrering:

- Nr 1 Dinitrol 77 B
- Nr 2 Dinitrol 4010
- Nr 3 Dinitrol 25 B
- Nr 4 Dinitrol 81
- Nr 5 Shell Ensis TX
- Nr 6 Shell Ensis SX
- Nr 7 Tectyl 506
- Nr 8 Dinitrolpasta
- Nr 9 Tectyl 5006 W
- Nr 10 Mercasol 2
- Nr 11 5-56
- Nr 12 Cortec VCI-386
- Nr 13 Hagmans Carosol (spray)
- Nr 14 Shell Rimula X
- Nr 15 Rostskydd 70 (spray)
- Nr 16 Isotrol Grund
- Nr 17 Kokt linolja, Örebro Lin, 60,6 % linolensyra
- Nr 18 Rå, kallpressad linolja, Örebro Lin, 60,6 % linolensyra
- Nr 19 Rå linolja + balsamterpentin, Örebro Lin, 60,6 % linolensyra
- Nr 20 Obehandlad referens, utan rostskydd
- Nr 21 Dinitrol 970, (kompletterande test).

Rostskyddsmedel som testats på arkeologiskt material

Siffran till vänster hänvisar till medlens numrering:

- Nr 1 Dinitrol 77B
- Nr 3 Dinitrol 25 B
- Nr 4 Dinitrol 81
- Nr 5 Shell Ensis TX
- Nr 6 Shell Ensis SX
- Nr 7 Tectyl 506
- Nr 8 Dinitrolpasta
- Nr 9 Tectyl 5006W
- Nr 10 Mercasol 2
- Nr 14 Shell Rimula X
- Nr 15 Rostskydd 70
- Nr 16 Isotrol Grund
- Nr 20 Referens
- Nr 21 Dinitrol 970 (endast på spikar som urlakats med Dinitrol 510)
- Nr 22 Mikrokristallint vax

De rostskyddsprodukter som inte provades i tester på arkeologiskt material var Dinitrol 4010 på grund av att produkten innehåller polymerer och därför på sikt inte är möjlig

att avlägsna. Vidare togs 5–56 bort eftersom medlet samtidigt löser upp rost. Arkeologiska järnföremål är ofta delvis omvandlade till rost. Därför skulle ett rostlösande medel kunna avlägsna för mycket av föremålet. Hagmans Carosol och Cortec VCI-386 testades inte heller vidare eftersom produkterna gav en gulaktig respektive mjölkvit yta. Linolja och linoljeblandningar provades inte på det arkeologiska materialet eftersom de inte innehåller någon korrosionsinhibitor och är svåra att avlägsna. Detta gäller också mikrokristallint vax, men på grund av att det fortfarande används som ytskydd på arkeologiskt järn, ville vi ha med det i dessa tester.

Indelning av de testade rostskyddsprodukterna

De flesta av de testade rostskyddsprodukterna tillhör gruppen filmbildande rostskyddsvätskor. De är fysikaliskt torkande, det vill säga innehåller ett lösningsmedel, organiskt eller vatten, som avdunstar efter applicering. Linolja är kemiskt torkande och innehåller inget lösningsmedel. Rostskyddsvätskorna och rostskyddsfettet är lättast att få bort. En produkt med oljig eller fet yta är lättare att avlägsna än en produkt med torr hård yta. Också linolja kräver någon form av mekanisk rengöring.



De testade rostskyddsmedlen.

Tabell 1. Rostskyddsmedlens egenskaper baserad på uppgifter från producenter/återförsäljare.

| Produkt | Typ av rostskydd | Innehåll Uppgifter från varuinformation | Rekommenderad användning |
|----------------------------------|--|--|--|
| Dinitrol 77 B | Filmbildande medeltjock/tjock rostskyddsvätska. | Nafta (petroleum), vätebehandlad tung nafteniskt destillat, calcium dihydroxide. | Skydd vid långtidsförvaring. |
| Dinitrol 4010 | Filmbildande medeltjock rostskyddsvätska. | Nafta (petroleum), vätebehandlad tung, calciumdinonylnaftalensulfonat distillates (petroleum), hydrotreated light. | Användning i motorutrymmen. |
| Dinitrol 25 B | Filmbildande mycket tunn/tunn rostskyddsvätska | Nafta, petroleum, vätebehandlad tung, vätebehandlad tung nafteniskt destillat, 2-butoxietanol. | Vattenundandrängande. Kortare lagringstider. |
| Dinitrol 81 | Filmbildande tunn/medeltjock rostskyddsvätska. | Nafta (petroleum), tung vätebehandlad. | Lagrings- och transportskydd om transparent smetfri film önskas. |
| Shell Ensis TX | Filmbildande medeltjock rostskyddsvätska. | Nafta, lågkokande vätebehandlad, kalciumtvålar av oxiderat vaselin, kalciumsulfonat 2-(2-butoxietoxi) etanol. | Rostskydd vid lagring utomhus och i uppvärmt lager. |
| Shell Ensis SX | Filmbildande tunn rostskyddsvätska. | Nafta, lågkokande vätebehandlad, kalciumsulfonat oxiderat vaselin, 2-(2-butoxietoxi) etanol. | Rostskydd för järn och stål vid lagring av bilreservdelar. |
| Tectyl 506 | Filmbildande medeltjock/tjock rostskyddsvätska. | Petrolatum (petroleum), oxiderat, nafta (petroleum), vätebehandlad tung, benzen. | Långtidsrostskydd inomhus och utomhus. |
| Dinitrolpasta | Rostskyddsfett. | Nafta (petroleum), vätesvavlad tung. | Ytskydd. |
| Tectyl 5006 W | Filmbildande medeltjock rostskyddsvätska. Vattenburen. | Dietylaminoetanol Naphtalenesulfonic acid, dinonyl-, calcium salt. | Rostskydd under lång tid i tuffa miljöer. |
| Mercasol 2 | Filmbildande tunn/medeltjock rostskyddsvätska. | Nafta (petroleum), vätebehandlad tung, benzen, destillat (petroleum), lösningsmedels-awaxade tunga nafteniska (DMSO), bindemedel. | Kompletterande rostskydd i bilar och korrosionsskydd till verktyg, maskiner etc. |
| 5-56 | Filmbildande rostskyddsvätska. | Destillat, petroleum, vätebehandlade lätta, koldioxid. | Smörjmedel. |
| Cortec VCI-386 | Filmbildande medeltjock rostskyddsvätska. | Triazolsalt, oorganiskt salt, ammoniak, vattenfri, 2-(2-butoxietoxi) etanol. | Permanent ytskydd, övermålningsbar. |
| Hagmans Carosol | Filmbildande tjock rostskyddsvätska. | Nafta (petroleum), vätebehandlad tung, nafta (petroleum), vätesvavlad tung, benzen, petroleumharts, propan, butan. | Rostskyddsvax för synliga ytor i t.ex. bilar. |
| Shell Rimula X | Filmbildande medeltjock/tjock rostskyddsvätska. | Högraffinerad mineralolja, DMSO-extrakt, zinkdialkylditiofosfat. | Dieselmotorolja. |
| Rostskydd 70 | Filmbildande tunn/medeltjock rostskyddsvätska. | Nafta (petroleum), vätesvavlad tung. | Smörj- och rostskyddsmedel. |
| Isotrol Grund | Rostskyddsfärg, kemiskt torkande, medeltjock film. | Linoljealkyd, vegetabiliska, torkande oljor, nafta (petroleum), vätesvavlad tung, solventnafta, petroleum, medeltung alifatisk, solventnafta (petroleum), lätt aromatisk, linolja, Mn-, Zr- Co-karboxylat. | Grundfärg, används på rostiga ytor och som grundfärg på tidigare målade ytor. |
| Kokt linolja | Kemiskt torkande, inget lösningsmedel. | Ren kallpressad linolja. Vegetabilisk med ca 90 % omättade fettsyror. | - |
| Rå linolja | Kemiskt torkande, inget lösningsmedel. | Ren kallpressad linolja. Vegetabilisk med ca 90 % omättade fettsyror. | - |
| Rå linolja + balsamterpentin | Kemiskt torkande. | Vegetabilisk terpentin. | - |
| Dinitrol 970 | Filmbildande tunn medeltjock rostskyddsolja. | Vattenbaserad, utan lösningsmedel. De flesta rostskyddssammanhang | Lämpar sig även på fuktiga ytor. |
| Mikrokristallint vax + lacknafta | - | - | - |

| Färg | Applikation | Rek. film-tjocklek, 1/1000 mm | Torktid timmar | Ytfilm | Avlägsnas med | Skyddstid* år | Hälsa Miljö Brandfara |
|--------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|----------------------|--|------------------------------|---|
| Ljusbrun. | Spray, pensel. | 50 | 1/2 | Tjock, vaxliknande. | Lacknafta. | 4–6 | Hälsoskadlig. Farligt avfall. |
| Färglös. | Spray. | 40 | 1 | Hård, blank, klar. | Lacknafta inom 3 månader. | 1,5–4 | Hälsoskadlig. Giftig för vattenorganismer. Farligt avfall. |
| Transparent. | Spray, pensel, doppning. | 2 | 1/2 | Fettaktig. | Alkalisk lacknafta, högt tryckstvätt, ånga. | 0,5–1,5 | Hälsoskadlig. Farligt avfall. |
| Transparent. | Spray, pensel, doppning. | 10 | 1/2 | Hård, vaxartad. | Lacknafta. | 1,25–2,5 | Hälsoskadlig. Farligt avfall. |
| Brun. | Spray, pensel, doppning. | 25–50 | 8 | Vaxartad. | Lösningsmedel, alkalisk tvättlösning. | 2–5 | Hälsoskadlig. Miljöfarlig. Skadlig för vattenmiljön. |
| Brun. | Spray, pensel, doppning. | 8 | 1 1/2 | Oljig, fet. | Lösningsmedel, alkalisk tvättlösning. | 1–2 | Hälsoskadlig. Miljöfarlig. |
| Brun. | Spray, pensel, roller. | 50 | 1 | Vaxartad. | Lacknafta. | Klimatiserat magasin 5 år. | Hälsoskadlig. Farligt avfall. |
| Röd. | Pensel. | Rel. tjock. | Saknas. | Fettaktig. | Lösningsmedel, alkalisk tvättlösning. | Klimatiserat magasin 5 år. | Hälsoskadlig. Miljöfarlig. |
| Transparent, beige. | Spray, pensel, roller. | 40 | 1 | Vaxartad. | Alkali- eller petroleum-baserat lösningsmedel. | Klimatiserat magasin 3–4 år. | Inte märkningspliktig. |
| Transparent. | Spray. | 10 | Saknas. | Vaxartad. | Lacknafta kallavfettning. | Saknas. | Hälsoskadlig. Förvaras åtskilt från antändningskällor. |
| Bärnsten. | Spray. | - | Saknas. | Saknas. | Saknas. | Saknas. | Hälsoskadlig. |
| Transparent, vit. | Spray, roller, pensel, doppning. | 25–50 | 1/2 | Hård. | Alkaliskt lösningsmedel. | Saknas. | Miljöfarlig. Mycket giftig för vattenorganismer. Kontakt med brännbart material kan orsaka brand. |
| Transparent, gulaktig. | Spray. | 50–100 | 5 | Saknas. | Lacknafta kallavfettning. | Saknas. | Hälsoskadlig. Miljöfarlig. Giftig för vattenorganismer. Extremt brandfarlig. |
| Transparent, mellanbrun. | Roller, pensel, doppning. | Saknas. | Saknas. | Saknas. | Saknas. | Saknas. | Miljöfarlig. |
| Transparent, ljusgul. | Spray. | Saknas. | Saknas. | Saknas. | Organiska lösningsmedel. | Saknas. Minst 1 år utomhus. | Hälsoskadlig. Extremt brandfarlig. |
| Svagt gultonad. | Spray, pensel, roller. | 12–15 | 7 | Halvblank. | Lacknafta. | 4–? | Hälsoskadlig. Miljöfarlig. Undvik utsläpp till miljön. |
| Transparent. | Pensel. | - | - | - | - | - | Risk för självantändning av indränkta trasor. |
| Transparent. | Pensel. | ca 45 mPas | 16–32 vid rumstemp. | - | - | - | Risk för självantändning av indränkta trasor. |
| Transparent. | Pensel. | - | - | - | - | - | Hälsoskadlig. Brandfarlig. Risk för självantändning av indränkta trasor. |
| Transparent. | - | 5–10 mm | 1/4–1/2 23 °C 50 % rf | Fettaktig, klibbfri. | Organiska lösningsmedel eller alkali. | 1 1/2 – 4 år. | Inte märkningspliktig. |
| Transparent, vit. | - | - | - | - | - | - | Brandfarlig (lacknafta). |

* Första siffran anger skyddstid i kallmagasin, den andra siffran är skyddstid i klimatiserat magasin.

Vattenbaserade lösningar som användes vid urlakning av klorider ur arkeologiskt järn

- Nr 1 Vatten
 Nr 2 Buffertlösning av dinatriumvätefosfat och kaliumdivätefosfat (pH ca 6,5)
 Nr 3 Natriumhydroxid (pH ca 12,5)
 Nr 4 Dinatriumvätefosfat (pH ca 8,5–9)
 Nr 5 Natriumhydroxid (varierande pH ca 8–10,5)
 Nr 6 Dinitrol 510 (pH ca 12–12,5)

Då järn urlakas i vatten bildas snabbt ny rost på föremålens yta. För att undvika detta har man provat att tillsätta olika ämnen till vattnet. En del av dessa höjer pH-värdet i

vattnet så att järnet passiveras och därför inte korroderar. Natriumhydroxid verkar på detta sätt. För att järnet inte ska rosta krävs att pH-värdet i är minst ca 10,5–11. Vissa korrosionsinhibitorer verkar genom att järnet reagerar med en substans, som t.ex. fosfat, i inhibitorn, varvid en skyddande beläggning bildas på järnets yta. Dinitrol 510 innehåller aminer, som komplexbinder järnet och på så sätt förhindrar korrosion av järnet under urlakningen.

Allmänna observationer av rostskyddsmedlen

För att få en uppfattning av hur respektive rostskyddsmedel fungerar att hantera i praktiken, sammanställdes fem

Tabell 2. Projektdeltagarnas observationer av de testade rostskyddsmedlen. Uppsugningsförmåga efter 24 timmar mättes i mm, se tester av rostskyddsmedlens egenskaper längre fram i detta kapitel. Bra uppsugning: 35 mm och mer. Halvbra uppsugning: 20–34 mm. Dålig uppsugning: 0–19 mm.

| Nr | Produkt | Konsistens | Färg | Applikation | Filmtjocklek, i våra tester mg/cm ² | Ytfilm efter 24 timmar | Ytfilm efter 1 månad | Uppsugningsförmåga |
|-------|--|------------------------|--|--|--|------------------------|--------------------------|--------------------|
| Nr 1 | Dinitrol 77 B | Tjock, kletig. | Gulbrun. | Svår att få ut jämnt. Gav flammig yta. | 1,8 | Vaxig. | Torr, vaxig, gulbrun. | Dålig. |
| Nr 2 | Dinitrol 4010 | Tunn, men inte rinnig. | Ofärgad. | Lätt att applicera. Sugs in snabbt. | 1,5 | Vaxig, något klibbig. | Torr, Halvblank. | Halvbra. |
| Nr 3 | Dinitrol 25 B | Tunn, rinnig. | Ofärgad. | Sugs lätt in. | 0,3 | Oljig. | Torr, klar. | Bra. |
| Nr 4 | Dinitrol 81 | Vaxig. | Transparent, efter torkning matt, vit. | Lätt att applicera. Lite svår att få jämnt. | 0,55 | Torr. | Torr, matt, halvklar. | Bra. |
| Nr 5 | Shell Ensis TX | Något kletig. | Gulbrun. | Lätt att applicera. | 1,3 | Klibbig. | Vaxig, torr. | Dålig. |
| Nr 6 | Shell Ensis SX | Tunn, rinnig. | Gulbrun. | Sugs in bra. | 0,75 | Klibbig. | Klibbig gulaktig. | Bra. |
| Nr 7 | Tectyl 506 | Något seg, vaxig. | Gulbrun. | Lätt att applicera. Sugs in snabbt. | 2,35 | Torr, vaxig. | Torr, vaxig, gulaktig. | Dålig. |
| Nr 8 | Dinitrolpasta | Kletig. | Rödbrun. | Lätt att applicera, men kletig. | 1,6 | Klibbig. | Klibbig rödaktig. | Dålig. |
| Nr 9 | Tectyl 5006 W | Vaxig, kletig. | Vit. | Svår att få jämnt. | 0,85 | Torr. | Torr, vit. | Dålig. |
| Nr 10 | Mercasol 2 | Tunn, rinnig. | Transparent. | Lätt att applicera och få jämnt. | 0,65 | Vaxig. | Vitaktig, något klibbig. | Halvbra. |
| Nr 11 | 5–56 | Tunn, rinnig. | Transparent. | Svår att dosera. Då man sprayar kommer det för mycket. | 0,45 | Oljig. | Torr. | Bra. |
| Nr 12 | Cortec VCI-386 | Som gelé. | Mjölkgig. | Svår att få jämnt. Sugs in bra, torkar snabbt. | 1,5 | Torr. | Torr, blank. | Bra. |
| Nr 13 | Hagmans Carosol | | Gulaktig. | Svår att spraya, lägger sig ojämnt i klumpar, bubblig, knottig yta. | 1,4 | Torr, vaxig. | Torr. | Dålig. |
| Nr 14 | Shell Rimula X | Tjockflytande. | Transparent. | Lätt att applicera, sugts lätt in. | 5,15 | Oljig. | Oljig, transparent. | Bra. |
| Nr 15 | Rostskydd 70 | | Transparent. | Tunn spraystråle, något svår att få jämnt. | 0,55 | Oljig. | Vaxig oljig, matt. | Bra. |
| Nr 16 | Isotrol Grund | Tunn. | Transparent. | Lätt att applicera, rinner ej, sugts snabbt in. | 1,4 | Torr. | Blank, transparent. | Bra. |
| Nr 17 | Kokt linolja | Rinnig. | Transparent, gulaktig. | Lätt att applicera. | 2,3 | Oljig. | Torr, blank. | Halvbra. |
| Nr 18 | Rå linolja | Något rinnig. | Transparent, gulaktig. | Lätt att applicera. | 3,05 | Oljig. | Torr, blank. | Bra. |
| Nr 19 | Rå linolja + balsamterpentin 50/50 | Rinnig. | Transparent, något gulaktig. | Lätt att applicera. Sugs snabbt in. Rinner mer än kokt och rå linolja. | 1,65 | Oljig. | Torr, blank. | Bra. |
| Nr 21 | Dinitrol 970 | Tjockflytande. | Mjölkgig. | Lätt att applicera. | 0,6 | Vaxig, något klibbig. | Torr, matt. | Halvbra. |
| Nr 22 | Mikrokristallint vax + lacknafta 50/50 | Vaxig, kletig. | Vit. | Svår att få jämnt. | 0,6 | Torr, vaxig. | Torr, vaxig. | Dålig. |

personers erfarenhet från arbetet med rostskydden i samband med prepareringen av provkuponerna och spikarna. Filmtjockleken är beräknad på provkuponernas vikt, före och efter applicering av rostskyddsmedlen, i förhållande till kupongernas yta. Testerna på rostskyddsmedlen med avseende på ytfilm och uppsugningsförmåga redovisas nedanför.

2.4 Tester av rostskyddsmedlens egenskaper

Tester av preparatens fysikaliska egenskaper har gjorts, dels av ytfilmens egenskaper och dels av medlens inträngningsförmåga. Två olika typer av test på inträngningsförmågan utfördes, dels inträngning mellan två glasplåtar och dels inträngning mellan två rostiga plåtar. Testen som utfördes mellan de rostiga plåtarna gjordes endast på de produkter som testades på det arkeologiska materialet.

Test av ytfilm

Syfte

Syftet med denna undersökning var att ta reda på hur snabbt de olika rostskyddsprodukterna torkade efter applicering. Ett medel som torkar långsamt, förblir klabbigt, och ett som inte torkar alls kommer att binda till sig damm etc. på föremålets yta. Damm binder i sin tur fukt från omgivande luft, vilket kan öka risken för fortsatt korrosion.

Metod

Rostskyddsprodukterna ströks ut tunt på glasplattor. Efter 1 timme, 24 timmar, 10 dagar och 1 månad prövades med fingret hur produkten kändes.

Resultat

Dinitrol 81, Tectyl 5006W, Tectyl 506 och Dinitrol 77 torkade snabbt och var torra redan efter 1 timme. Dinitrol 25B, Shell Ensis SX, Dinitrolpasta och Shell Rimula X var de pro-

Tabell 3. Resultat av test av rostskyddsmedlens ytfilm.

| Nr | Produkt | Ytfilm efter 1 tim | Ytfilm efter 24 tim | Ytfilm efter 10 dagar | Ytfilm efter 1 mån |
|-------|--|------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Nr 1 | Dinitrol 77 B | Rel. torr, vaxig. | Vaxig | Torr, vaxig, brungul. | Torr, vaxig. |
| Nr 2 | Dinitrol 4010 | Vaxig, något klabbigt. | Vaxig, något klabbigt. | - | Torr, halvblank. |
| Nr 3 | Dinitrol 25 B | Oljig. | Oljig. | Oljig, transparent | Torr. |
| Nr 4 | Dinitrol 81 | Torr. | Torr. | Torr, matt halvtransparent. | Torr. |
| Nr 5 | Shell Ensis TX | Klabbigt. | Klabbigt. | Vaxig, torr gulaktig. | Torr, vaxig. |
| Nr 6 | Shell Ensis SX | Oljig. | Klabbigt. | Klabbigt, gulaktig. | Klabbigt. |
| Nr 7 | Tectyl 506 | Torr, vaxig. | Torr, vaxig. | Torr, vaxig, gulaktig. | Torr. |
| Nr 8 | Dinitrolpasta | Klabbigt. | Klabbigt. | Klabbigt, rödaktig. | Klabbigt. |
| Nr 9 | Tectyl 5006 W | Torr. | Torr. | Torr, vit. | Torr. |
| Nr 10 | Mercasol 2 | Något klabbigt. | Vaxig. | Torr, ev. något klabbigt, vitaktig. | Något klabbigt. |
| Nr 11 | 5-56 | Oljig. | Oljig. | - | Torr. |
| Nr 12 | Cortec VCI-386 | Torr. | Torr. | - | Torr, blank. |
| Nr 13 | Hagmans Carosol | Torr, vaxig. | Torr, vaxig. | - | Torr. |
| Nr 14 | Shell Rimula X | Oljig. | Oljig. | Oljig, transparent. | Oljig. |
| Nr 15 | Rostskydd 70 | Oljig. | Oljig. | Vaxig oljig, matt. | Oljig, vaxig. |
| Nr 16 | Isotrol Grund | Klabbigt. | Torr. | Blank, transparent. | Torr, blank. |
| Nr 17 | Kokt linolja | Oljig. | Oljig. | - | Torr, blank. |
| Nr 18 | Rå linolja | Oljig. | Oljig. | - | Torr, blank. |
| Nr 19 | Rå linolja + balsamterpentin 50/50 | Oljig. | Oljig. | - | Torr, blank. |
| Nr 21 | Dinitrol 970 | Vaxig, något klabbigt. | Vaxig, något klabbigt. | - | Torr, matt. |
| Nr 22 | Mikrokristallint vax + lacknafta 50/50 | Torr, vaxig. | Torr, vaxig. | - | Torr, vaxig. |

dukt som torkade långsammast. Efter 10 dagar hade de fortfarande inte torkat.

Test av uppsugningsförmåga i spalt på glas med teflontejp

Syfte

Syftet med dessa tester var att studera rostskyddsmedlens möjliga inträngningsförmåga i järnföremålens porer och spalter.

Metod

Först undersöktes rostskyddsmedlens uppsugningsförmåga mellan två glasplattor. På en tunn glasplatta, 100x60x1,5 mm, lades längs långsidorna en 0,1 mm tjock teflontejp, PTFE. Ytterligare en glasplatta placerades ovanpå så att det uppstod en spalt på 0,1 mm mellan de båda glasskivorna. 15 ml av respektive rostskyddsmedel mättes upp och överfördes till glasbägare, 250 ml. De preparerade glasplattorna

ställdes lodrätt i de testade produkterna. Nollpunkten, det vill säga så högt som medlet nådde på glasplattorna uppmättes till 5 mm från plattornas nedre kant. Efter 5 minuter, 75 minuter och 1 vecka mättes hur långt rostskyddsmedlen trängt upp mellan glasskivorna. Det visade sig att produkterna i många fall sögs in längre längs teflontejpens kant. Vi mätte därför bara i mitten på glasplattan.

Från början undersöktes bara de rostskyddsmedel som provades på det arkeologiska materialet, men vi kompletterade med att studera uppsugningsförmågan efter 24 timmar på de övriga medlen, (se 2.3 Produktbeskrivning).

Resultat

De rostskyddsprodukter som trängt in längst mellan glasplattorna efter 5 minuter var Rostskydd 70, Dinitrol 25B och Shell Ensis SX tätt följda av Isotrol grund och Shell Rimula X. Efter 60 minuter hade även Tectyl 506 trängt in ungefär lika långt. Samtliga av dessa produkter är lättflytande. De



Test av rostskyddsmedlens uppsugningsförmåga mellan glasskivor.

Tabell 4. Rostskyddsmedlens uppsugningsförmåga mellan två glasplattor.

| Nr | Produkt | Uppsugning efter 5 min mm | Uppsugning efter 1 tim mm | Uppsugning efter 24 tim mm |
|-------|--|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Nr 1 | Dinitrol 77 B | 0 | 0 | 0 |
| Nr 2 | Dinitrol 4010 | | | 20 |
| Nr 3 | Dinitrol 25 B | 50 | 55 | 55 |
| Nr 4 | Dinitrol 81 | 10 | 20 | 35 |
| Nr 5 | Shell Ensist TX | 0 | 0 | 0 |
| Nr 6 | Shell Ensist SX | 50 | 50–55 | 55 |
| Nr 7 | Tectyl 506 | 15 | 40 | 45 |
| Nr 8 | Dinitrolpasta | 0 | 0 | 0 |
| Nr 9 | Tectyl 5006 W | 0 | 0 | 0 |
| Nr 10 | Mercasol 2 | 15 | 22 | 30 |
| Nr 11 | 5–56 | | | 55 |
| Nr 12 | Cortec VCI-386 | | | 45 |
| Nr 13 | Hagmans Carosol | | | 10 |
| Nr 14 | Shell Rimula X | 30 | 45 | 50 |
| Nr 15 | Rostskydd 70 | 55 | 55 | 55 |
| Nr 16 | Isotrol Grund | 40 | 40–45 | 45 |
| Nr 17 | Kokt linolja | | | 22 |
| Nr 18 | Rå linolja | | | 45 |
| Nr 19 | Rå linolja + balsamterpentin 50/50 | | | 65 |
| Nr 21 | Dinitrol 970 | | | 25 |
| Nr 22 | Mikrokristallint vax + lacknafta 50/50 | | | 0 |

rostskyddsmedel som är trögflytande, bland andra Dinitrol 77B, Dinitrolpasta och Tectyl 5006W, hade efter en vecka fortfarande inte sugits upp ovanför nollpunkten.

Test av uppsugningsförmåga i spalt mellan två rostiga järnplåtar

Syfte

I den andra testomgången undersöktes om uppsugningsförmågan för de olika produkterna nämnvärt påverkades av de uppsugande plattornas yta. Därför valdes en rostig yta, som mer påminner om ytan hos ett korroderat arkeologiskt järnföremål än vad en slät glasplatta gör. Endast de produkter som användes till de arkeologiska föremålen testades.

Metod

Undersökningen genomfördes på samma sätt som uppsugningstestet mellan glasplattorna. Skillnaden var att det inte användes någon distans mellan de båda rostiga järnplåtarna. Plåtarna togs försiktigt isär vid mätningarna.



Test av rostskyddsmedlens uppsugningsförmåga mellan rostiga plåtar. I bakgrunden syns glasplåtar med utstryk av rostskyddsmedlen för test av ytfilm.

Endast de rostskyddsmedel som provades på det arkeologiska materialet undersöktes i detta test. Inte heller Dinitrol 970 och mikrokristallint vax var med i denna provning.

Resultat

Efter 5 minuter var Rostskydd 70, Dinitrol 25B och Shell Rimula X de rostskyddsprodukter som sugits in längst. Men även Dinitrol 81 och Isotrol grund hade en god inträgningsförmåga. Efter 1 timme var Dinitrol 81 den produkt som tagit sig upp allra längst mellan de båda rostiga plåtarna. De trögflytande Dinitrol 77B, Shell Ensist TX, Dinitrolpasta och Tectyl 5006W lyckades inte heller i detta test ta sig över nollpunkten.

Tabell 5. Rostskyddsmedlens uppsugningsförmåga mellan två rostiga plåtar.

| Nr | Produkt | Uppsugning efter 5 min i mm | Uppsugning efter 1 tim i mm | Uppsugning efter 24 tim i mm |
|-------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Nr 1 | Dinitrol 77 B | 0 | 0 | 0 |
| Nr 3 | Dinitrol 25 B | 45 | 45 | 45 |
| Nr 4 | Dinitrol 81 | 40 | 110 | 110 |
| Nr 5 | Shell Ensist TX | 0 | 0 | 0 |
| Nr 6 | Shell Ensist SX | 20 | 37 | 40 |
| Nr 7 | Tectyl 506 | 9 | 9 | 9 |
| Nr 8 | Dinitrolpasta | 0 | 0 | 0 |
| Nr 9 | Tectyl 5006 W | 0 | 0 | 0 |
| Nr 10 | Mercasol 2 | 5 | 8 | 8 |
| Nr 14 | Shell Rimula X | 45 | 50 | 52 |
| Nr 15 | Rostskydd 70 | 80 | 50 | 40 |
| Nr 16 | Isotrol Grund | 25 | 45 | 50 |

Inhibitorer – värmetest av rostskyddsmedel

Bakgrund

Rostskyddsmedel finns i dag framtagna för en mängd olika applikationer dock inte specifikt för de kulturhistoriska områden som projektet intresserar sig för.

När man i dag behandlar arkeologiska järnföremål med rostskyddsmedel så används ibland värme under eller efter applicering. Det gäller framför allt de mer trögflytande medlen som används, till exempel Shell Ensis TX och Dinitrolpasta. Det görs för att få medlet lite mer lättflytande och lättare få in det i alla håligheter och sprickor. Ibland görs det med hårtork, ibland i värmeskåp med ganska låg temperatur och ibland med värmepistoler som håller betydligt högre temperatur. Påverkar upphettningen rostskyddsmedlens effekt?

Metod/Tillvägagångssätt

För att få en uppfattning om vilka medel som eventuellt påverkas av uppvärmning med de ovan beskrivna metoderna har vi värmt upp rostskyddsmedlen till tre olika temperaturer; 50°C för att efterlikna hårtorken, 90°C är den temperatur som värmeskåpet brukar ställas in på och för 300°C har vi använt oss av värmepistol. Rostskyddsmedlen har analyserats i FTIR (Fourier Transform Infrarödspektroskopi) före och efter värmebehandling.

Med FTIR kan man få en uppfattning om nedbrytningen genom att jämföra FTIR-spektra före, respektive efter olika uppvärmningsförhållanden. Utifrån FTIR-spektra kan vi utläsa vilka medel som förändras och vilka som inte förändras vid uppvärmning. Ett kraftigt förändrat spektrum kan bero på förändringar i för rostskyddsförmågan helt ovidkommande beståndsdelar. Det går därför inte att, utifrån FTIR-spektrat, säga något om rostskyddsförmågan hos en produkt är intakt efter uppvärmning.

Proverna som analyserats är:

1. Nollprov av helt ouppvärmda rostskyddsmedel.
2. Värmda i klimatskåp vid 50°C och 50 % RH (relativ luftfuktighet) i 4 dygn.
3. Värmda i klimatskåp vid 90°C och 50 % RH i 30 minuter. (Vid behandlingen i klimatskåp har proverna applicerats på glas).
4. Värmda med värmepistol som höll 300°C tills medlet blev lättflytande och lättinträngligt, (här applicerades proverna på metall innan värmning).

Alla prover har värmts och analyserats enligt 1, 2 och 3. Endast de fastare och kletigare vaxbaserade rostskyddsmedlen nr 1 Dinitrol 77B, nr 4 Dinitrol 81, nr 5 Shell Ensis TX, nr 8 Dinitrolpasta, nr 9 Tectyl 5006 W samt nr 16 Isotrol Grund har värmts och analyserats enligt 4.

Klimatskåp, värmepistol och analysutrustning

Vi har använt oss av klimatskåp WTC Binder för värmning till 50°C och 50 % RH, samt för värmning till 90°C och

50 % RH. För värmning till 300°C har vi använt oss av en värmepistol, Bosch PHG 500.

Analysinstrumentet till vårt förfogande har varit en infraröd spektrometer (FTIR) PerkinElmer ”Spektrum One”. Till den har vi databaser från PerkinElmer, Sadtler samt databaser som har byggts upp på Riksantikvarieämbetet genom åren.

Tolkning av spektra

Analys med FTIR ger en kurva som är specifik för varje ämne. Om likheten mellan ett prov och en obehandlad referens ligger över 80 %, så är det mycket troligt att man har träffat rätt ämne i databasen. Ett förändrat eller nedbrutet materials FTIR-spektrum ser annorlunda ut än motsvarande som inte är förändrat eller nedbrutet. Ju mer förändrat eller nedbrutet desto större är skillnaden. (Se exempel på färsk respektive nedbruten linolja i Bilaga 2). Eftersom kommersiella databaser består av spektra från rena, intakta ämnen, blir det svårt att identifiera blandningar, då alla ingående komponenter avsätter sina egna spår på den gemensamma karta som spekrat utgör. Om vi ser en förändring i FTIR-spektrumet efter uppvärmning så kan vi inte utläsa vari den förändringen består. Vi vet inte, med våra metoder, om de rostskyddande beståndsdelarna överhuvudtaget har påverkats. Det vi kan utläsa, är om en förändring har skett eller inte, vid värmning.

Resultat

(För FTIR-spektra se Bilaga 2)

Påverkade vid 50°C

- Nr 3 Dinitrol 25B
- Nr 9 Tectyl 5006 W
- Nr 12 Cortec VCI-386

Påverkade vid 90°C

–

Påverkade vid 300°C

- Nr 1 Dinitrol 77B
- Nr 8 Dinitrolpasta
- Nr 16 Isotrol Grund

Ganska opåverkade

- Nr 2 Dinitrol 4010
- Nr 7 Tectyl 506
- Nr 10 Mercasol 2
- Nr 11 5-56
- Nr 13 Hagmans Carosol
- Nr 14 Shell Rimula X
- Nr 15 Rostskydd 70

300°C är en i sammanhanget hög temperatur, och om man undviker så höga temperaturer så klarar sig de flesta utan att påverkas detekterbart med FTIR. Producenterna har inte testat produkterna vid så höga temperaturer.

3. Etnologiskt omålat järn

3.1 Bakgrund

Ett stort antal järnföremål finns i dag på våra museer, hembygdsgårdar och i gamla industrimiljöer. Det är en rik kulturskatt, ofta i form av äldre hushållsredskap, maskiner och verktyg, som berättar om tidigare generationers liv och arbete.

Så länge järnföremål används och kontinuerligt vårdas, hinner aldrig rostangreppen bli speciellt allvarliga, även om järnet förvaras i en dålig miljö. Det är när ett föremål inte längre används som risken finns att det blir offer för korrosionsangrepp och snabbt kan förstöras.

I dag utförs mycket av vården av dessa föremål, åtminstone när det handlar om hembygdsföreningarnas samlingar, av engagerade privatpersoner som ofta arbetar ideellt. De utför ett stort arbete med begränsade resurser, både vad det gäller tid och pengar. Även andra museer med stora samlingar har ofta små och otillräckliga resurser för att kunna upprätthålla ett kontinuerligt underhåll.

Vi har observerat att det finns ett stort behov av information och hjälp bland dem som arbetar aktivt med att bevara föremålen, både när det handlar om vilka produkter som är bäst att använda och hur man går till väga.

Det viktigt att behandlingen av föremålen, när den görs, blir så effektiv som möjligt. Det dröjer kanske relativt lång tid innan någon har tid och pengar att göra en ny rostskyddsbehandling igen. Det är därför viktigt att man använder ett medel som inte skadar föremålet och som fördröjer rostangrepp så länge som möjligt.

Den bästa metoden för att undvika att föremålen rostas sönder är att arbeta förebyggande. Tyvärr sätts ofta behand-



Rostiga föremål.

lingen in när skadan redan är skedd. Ju mindre aktiv behandling, som till exempel stålborstning och blästring, man behöver utsätta redan sköra korroderade metallföremål för, desto bättre. Även om järnföremålet är behandlat med ett aldrig så bra rostskyddsmedel, som i tuffa tester klarat sig bra, så kommer rostent att angripa föremålet om förhållandena är dåliga. Det är bara en fråga om tid.

Förebyggande konservering innebär att man bland annat väljer bra magasinsutrymmen och att man ser till att klimatet passar de föremål som ska förvaras där.

Många museiföremål av järn finns i dag uppställda utomhus och i kallförråd eller i andra utrymmen där inte klimatet kan kontrolleras. Klimatkontroll betyder bland annat att luftens relativa luftfuktighet kan styras, så att det passar ett visst material. För metallers del innebär detta att klimatet ska hållas så torrt som möjligt. Den relativa luftfuktigheten bör inte överstiga 50 % RF, dvs. relativ fuktighet. Svängningarna mellan torr och fuktig luft bör vara så små som möjligt.

Ett problem som lätt uppstår i kallförråd är att varm uteluft som ofta innehåller mycket fukt bildar kondens när den träffar de kalla metallytorna. Detta är ett problem som är speciellt stort under våren, då det är kalla nätter och varma dagar. Föremål som kylts ner under natten hinner inte värmas upp under dagen och den varma uteluften lägger sig som en fuktig hinna på ytorna.

3.2 Korrosionsprovningmetod och utvärderingsmetod

Korrosionstesterna av rostskyddsmedlen gjordes på provplåtar, kuponger av stål. Kupongerna exponerades på sex olika provstationer på olika platser i landet. Testerna pågick under två år.

Syftet med testet var att se vilket medel som bäst klarade att skydda provkupongerna mot rost under den tvååriga testperioden.

De utvalda rostskyddsmedlen testades i miljöer och under förhållanden som motsvarar de förhållanden som många kulturhistoriska föremål förvaras i idag. Det är bland annat inomhusmiljöer i kallförråd, på vindar och i källarutrymmen.

Provstationerna placerades ut på fem platser i landet med varierande förhållande, både klimatmässigt och med hänsyn till luftföroreningar. Provmaterialet har således inte utsatts för accelererad korrosionsprovning i ett laboratorium,



Applicering av rostskyddsmedel på provkupongerna.

utan syftet har varit att i möjligaste mån likna de förhållanden som föremål kan utsättas för i olika miljöer.

Provmaterialet består av järnkuponger utan rost av låglegerat kolstål, beteckning SS-EN 10130, som är 80x24 mm stora. För att få en ren och fettfri yta att applicera rostskyddsmedlet på, mikrobälstrades kupongerna med glaspulver och tvättades sedan med etanol.

Kupongerna monterades med en lutning av 45° vinkel mot horisontalplanet på ställningar av rostfritt stål där de knöts fast med nylonlina.

Rostskyddsmedlet applicerades på kupongen med mjuk pensel så jämntjockt som möjligt. De medel som är avsedda att sprayas på ytan sprayas. Samtliga moment fotodokumenterades.

Det bedömdes inte vara nödvändigt att väga kupongerna, då de kunde samla smuts på sin klibbiga yta, vilket skulle göra att viktändringen blev missvisande. De obehandlade så kallade referenskupongerna användes för att påvisa eventuella skillnader mellan rostskyddsbehandlat och icke rostskyddsbehandlat järn.

Samtliga provstationer utrustades med digital klimattämning, så kallad datalogger, av märket "Testo 175-H2 Logger". Mätaren ställdes in för registrering av relativ luftfuktighet och temperatur fyra gånger per dygn. Detta för att få en uppfattning om vilka klimatsvängningar och påfrestningar testmaterialet har varit utsatt för i de olika lokalerna.

Efter två års exponering samlades stålkupongerna och mätdata in och en utvärdering skedde. Bedömningen av testresultaten gjordes med hjälp av mikroskop. För att få en lättbedömd yta torkades rester av rostskyddsmedel och eventuell fastkletad smuts bort med tops.

Vi gjorde en helhetsbedömning där hela kupongens eventuella rostskador angavs på en sjugradig skala. Projektgrup-



Provstationen i Göteborg.

pen betygsatte testresultaten oberoende av varandra. I de fall då bedömningarna skiljde sig åt diskuterade man sig fram till en gemensam bedömning.

Utifrån testresultaten har ett medelvärde grundat på samtliga medels resultat från samtliga provstationer räknats ut.

KUPONGERNAS KORROSIONSSKADOR

Korrosionsskadorna delades in i grupper på en sjugradig skala:

- Inga synliga rostskador
- 0,5 En mycket liten rostfläck
- 1,0 Fåtal små rostfläckar
- 1,5 Fåtal stora rostfläckar
- 2,0 Flertal stora rostfläckar
- 2,5 Omfattande rostskador över hela kupongen
- 3,0 Heltäckande rost

3.3 Provstationer

Beskrivning av provstationerna

Stockholm: Provkuponger A1-20 och A21-40. Provstationen placerades i ett oisolerat vindsförråd på Riksantikvarieämbetet, Västra Stallet, Storgatan 41. Provställningarna sattes högst upp på en hylla strax under ett vindsfönster. Start juli 2003, avslutad november 2005.

Temperatur och relativ luftfuktighet registrerades under exponeringstiden med datalog. Temperaturen varierade mellan 0 och 28°C och den relativa luftfuktigheten mellan 55 och 60 %. Den relativa luftfuktigheten varierade mycket

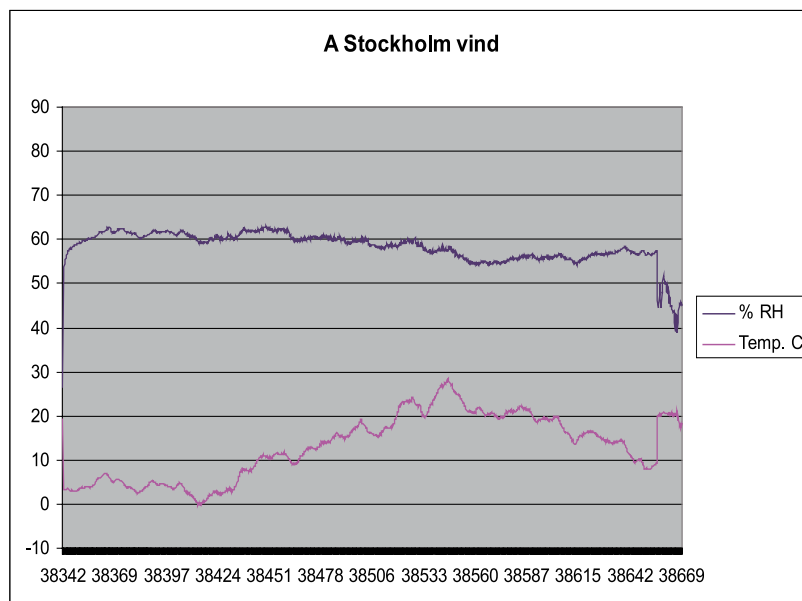


Diagram 1. Variationer i relativ luftfuktighet och temperatur på provstation Stockholm.

lite under hela testperioden och visade ingen nämnbar skillnad mellan årstiderna (diagram 1).

Sundsvall: Provkuponger B1-20 och B21-40. Provstationen placerades i ett av Sundsvalls Museums kallmagasin, gamla LV5, på en bergslutning vid Sundsvall. Rummet hade betonggolv och träväggar. Provstationen sattes ovanpå en gammal ångmaskin i magasinet. Start oktober 2003, avslutad oktober 2005. Temperatur och relativ luftfuktighet registrerades under exponeringstiden med datalog.

Temperaturen varierade mellan -6 och $+30^{\circ}\text{C}$ och den relativa luftfuktigheten mellan 38 och 83 %. Under sommarhalvåret gav stigande temperatur lägre relativ luftfuktighet. Större skillnader i temperatur under dygnet medförde också större variationer i den relativa luftfuktigheten under sommarhalvåret (diagram 2).

Landskrona: Provkuponger C1-20 och C21-40. Provstationen placerades i en källare i ett radhus från 1950-talet. Källaren har tidigare varit utsatt för översvämningar och

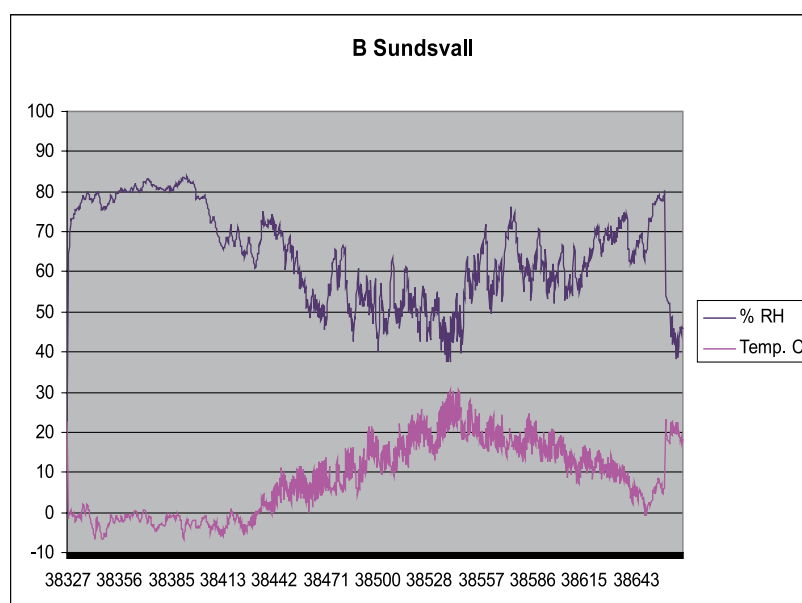


Diagram 2. Variationer i relativ luftfuktighet och temperatur på provstation Sundsvall.

har fukt och mögelskador. Rummet hade betonggolv. Start juli 2003, avslutad september 2005. Temperatur och relativ luftfuktighet registrerades under exponeringstiden med datalog. Temperaturen varierade mellan 16 och 30°C, den relativa luftfuktigheten mellan 40 och 79 %. Temperaturen höll sig relativt konstant under året, med undantag för en värmetopp under en månad mitt på sommaren. Under denna period sjönk också den relativa luftfuktigheten till 40–45 %. I övrigt under året varierade luftfukten mellan 60 och 80 % (diagram 3).

Grövelsjön, Dalarna: Provkuponger D1-20 och D21-40. Provstationen placerades i en oisolerad träbyggnad med betonggolv. Boden används som garage, förråd och bastu. Byggnaden ligger på fjället vid trädgränsen. Start juli 2003, avslutad oktober 2005.

Temperatur och relativ luftfuktighet registrerades under exponeringstiden med datalog. Temperaturen varierade mellan -8 och +38°C och den relativa luftfuktigheten mellan 30 och 86 %. Under sommarhalvåret ökade temperatur och variationer i temperaturen, vilket medförde lägre och mer varierad relativ luftfuktighet (diagram 4).

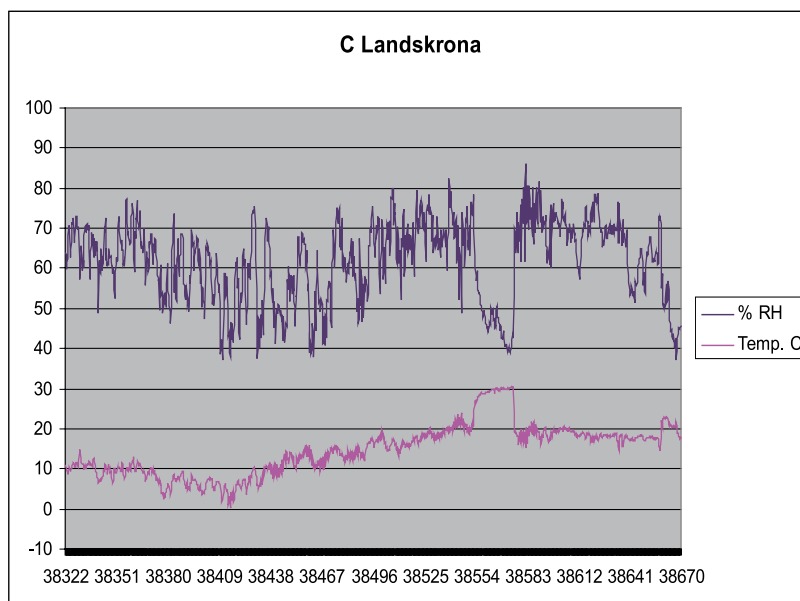


Diagram 3. Variationer i relativ luftfuktighet och temperatur på provstationen i Landskrona.

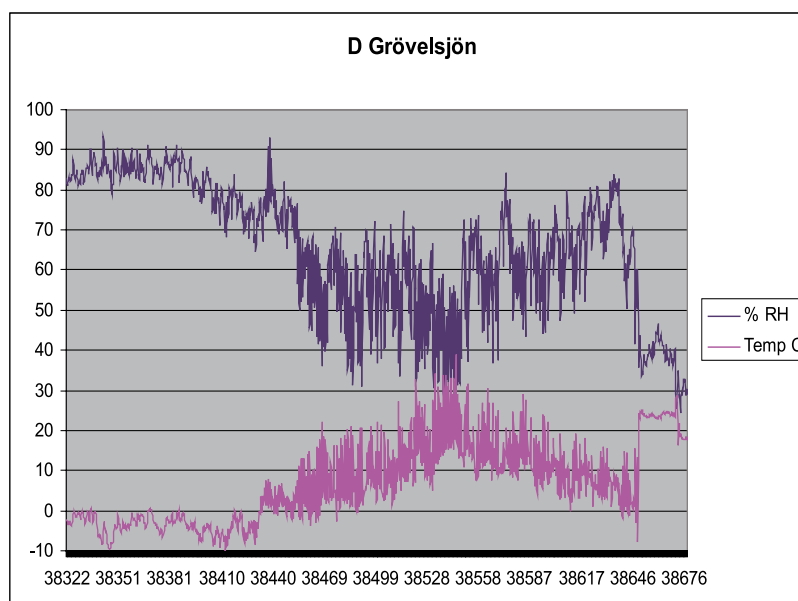


Diagram 4. Variationer i relativ luftfuktighet och temperatur på provstationen i Grövelsjön.

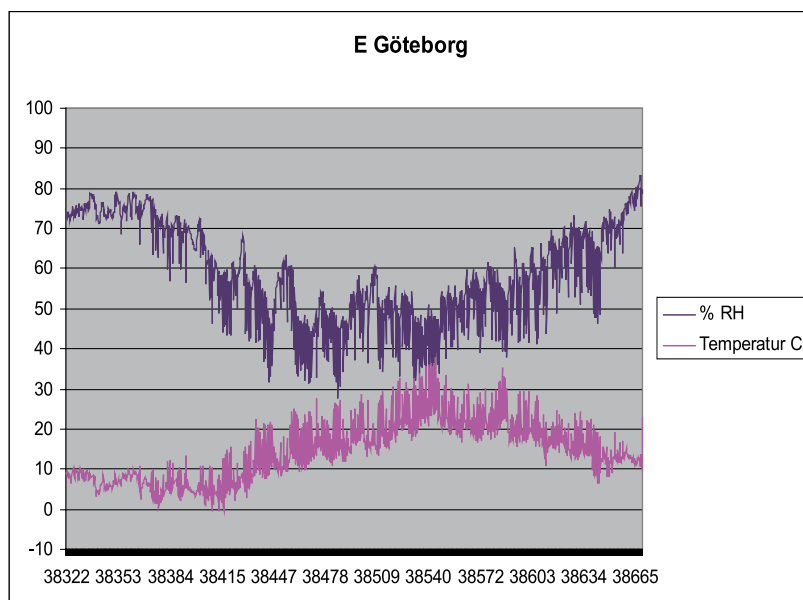


Diagram 5. Variationer i relativ luftfuktighet och temperatur på provstationen i Göteborg.

Göteborg: Provkuponger E1–20 och E21–40. Provstationen placerades på en oisolerad vind i ett hus från 1920-talet i centrala Göteborg, Tegnérsgatan 15. Provstationen placerades intill ett fönster. Träväggen omkring fönstret var fuktskadat. Rummet hade betonggolvet. Start augusti 2003, avslutad november 2005. Temperatur och relativ luftfuktighet registrerades under exponeringstiden med datalog. Temperaturen varierade mellan 0 och 37°C och den relativa luftfuktigheten mellan 28 och 78 %. Under sommarhalvåret ökade temperatur och variationer i temperaturen, vilket gav en lägre och mer varierande relativ luftfuktighet (diagram 5).

Det som redovisas i diagrammen är sista året som kupongerna exponerades. Under det första året uppstod problem med batterier i några dataloggar, vilket påverkade testresultatet.

Kompletterande tester

Tre kompletterande provstationer tillkom under den ordinarie tvååriga testperioden. Samtliga dessa tre provstationer placerades utomhus till skillnad från de övriga som placerades inomhus. Två av provstationerna var placerade i Stockholm och den tredje i Bohuslän.

Test 1 och 2

Ett vattenbaserat rostskyddsmedel, *Dinitrol 970*, tillkom under testperioden efter ett tips från tillverkaren, ej att förväxla med *Dinitrolpasta*. *Dinitrol 970* marknadsförs som miljöalternativ. Vi ville gärna prova även detta medel,

vilket innebar att det testades för sig under en kortare period.

Provstationer placerades utomhus på två platser. De innehöll vardera endast tre kuponger med olika rostskyddsmedel samt en obehandlad referens.

Beskrivning av provstationerna

Test 1 och 2

Stockholm: Provkuponger G8 Dinitrolpasta, G10 Mercasol, G21 Dinitrol 970 och G20 obehandlad referens. Vertikalt placerad provstation utomhus på södra sidan av förrådsbod på Tekniska gården, Storgatan 41 Stockholm. Start augusti 2004 och avslutad februari 2006.

Sydkoster, Bohuslän: Provkuponger H8 Dinitrolpasta, H10 Mercasol, H21 Dinitrol 970 och H20 referens. Vertikalt placerad provstation på husets södra vägg, längst in på en öppen veranda med tak. Start augusti 2005 och avslutad februari 2006.

Test 3

Det tredje kompletterande testet var en provpanel med samtliga nitton rostskyddsmedel. Också denna provstation exponerades utomhus och innehöll samtliga nitton rostskyddsmedel (ej *Dinitrol 970*).

Stockholm: Provkuponger F1–20 och F21–40. Vertikalt placerad provstation utomhus på södra sidan av en förrådsbod på Tekniska gården, Storgatan 41 i Stockholm. Start februari 2004 och avslutad februari 2006.

3.4 Sammanställning av resultat från korrosionstesterna

Tabellen nedan visar medelvärdet på samtliga kupongers testresultat från samtliga provstationer (diagram 6).

Fem medel hade rostgrad 0–0,5. Det medel som klarade testet bäst var nr 8, Dinitrolpasta. Knappast något rostangrepp fanns på dessa testkuponger efter två års exponering.

En stor grupp av medel (8 stycken av 19) hade rostgrad 0,5–1.

Av de sex medel som hade rostgrad 1–2 är tre stycken olika linoljeprodukter.

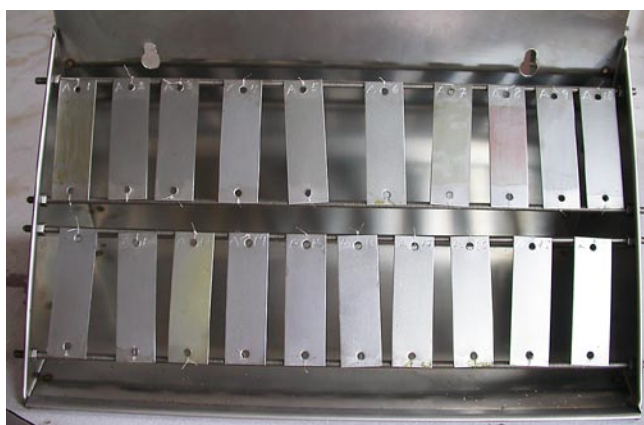
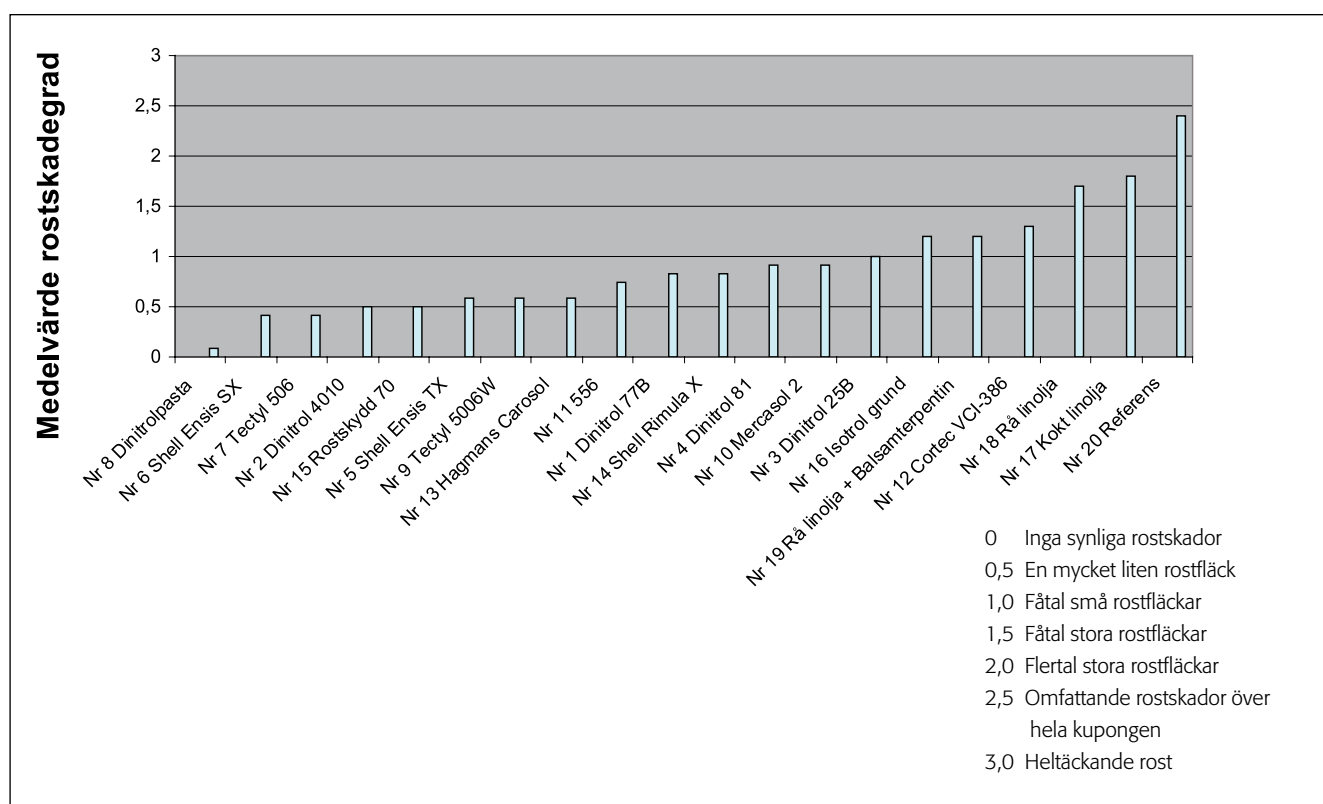
De rostskyddsmedel som har de två sämsta resultaten är rå linolja och kokt linolja. Något bättre klarade sig rå linolja med balsamterpentin.

Resultat av korrosionsprovning uppdelat på de olika provstationerna

Stockholm (vind)

De flesta provkupongerna hade inga synliga rostkador (rostgrad 0), de övriga hade rostgrad 0,5.

Diagram 6. Sammanställning av resultat av korrosionstestning på provkuponger. Staplarna anger medelvärde av rostgrad för de testade rostskyddsmedlen.



Provkuponger efter två års exponering i Stockholm.



Provkuponger efter två års exponering i Landskrona.

Sundsvall (kallmagasin)

De flesta provkupongerna hade rostgrad 0. Sämst var Tectyl 5006 W, Isotrol Grund och rå linolja. Dessa hade alla rostgrad 1.

Landskrona (källare)

Bäst var Dinitrolpasta med 0,5 i rostgrad, följd av Dinitrol 77 B, Dinitrol 4010 och Shell Ensis TX, vilka alla hade rostgrad 1.

Sämst var 5-56, Hagmans Carosol, Shell Rimula X, kokt linolja, rå linolja, rå linolja med balsamterpentin med rostgrad 3.

Grövelsjön (kallförråd)

De bästa med rostgrad 0 var Shell Ensis SX, Tectyl 506, Dinitrolpasta, Tectyl 5006 W, 5-56, Shell Rimula X och rostskydd 70.

De sämsta hade en rostgrad på 1, Isotrol Grund, rå linolja och rå linolja + balsamterpentin.

Göteborg (vind)

De bästa med rostgrad 0 var Shell Ensis SX, Tectyl 506, Dinitrolpasta, Tectyl 5006 W, Mercasol 2, Hagmans Carosol och Shell Rimula X.

De sämsta med rostgrad 2,5 var 5-56 och rå linolja.

Stockholm, Tekniska gården (kompletterande utomhustest)

De bästa med rostgrad 0 var Shell Ensis SX, Dinitrolpasta, Hagmans Carosol och Rostskydd 70.

De sämsta med rostgrad 2,5 var Dinitrol 77 B, Dinitrol 81, Tectyl 5006 W och Cortec VCI-386.

Dinitrolpasta tillhör gruppen som klarade sig bäst på samtliga provstationer. Det gjorde också Shell Ensis SX, förutom på provstationen i Landskrona.

Resultat från kompletterande utomhustester med Dinitrol 970

Korrosionsprovningsen av Dinitrol 970 gjordes endast på två mätstationer med vardera tre olika rostskyddsmedel, varav Dinitrol 970 var ett och övriga var Dinitrolpasta, Mercasol 2 samt obehandlad referens. Provkupongerna fick hänga utomhus under ett halvt år, en mätstation i Stockholms innerstad och en på Sydkoster på västkusten. Resultatet visade att Dinitrol 970 var det medel som klarade sig bäst på båda ställena, bättre än Dinitrolpastan, som annars varit det medel som varit bäst i test under det "ordinarie testet" (tabell 6).

Tabell 6.

| | Centrala Stockholm. Rostgrad | Sydkoster, Bohuslän. Rostgrad |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Dinitrolpasta | 0,5 | 3 |
| Mercasol 2 | 1 | 3 |
| Dinitrol 970 | 0 | 2 |
| Obehandlad referens | 2,5 | 3 |

Tabell 7. Rostskyddsmedlets konsistens, ytfilm och uppsugningsförmåga i relation till rostgraden. Rostskyddsmedlets konsistens eller uppsugningsförmåga har inte så stor betydelse för resultatet utifrån våra tester. Däremot tycks en klibbig, oljig eller vaxig yta vara en fördel för rostskyddsmedlets effekt. Alla medlen med sämst resultat har en torr och blank yta.

De fem rostskyddsmedel som fick bäst resultat i våra tester på kuponger av kolstål:

| Produkt | Rostgrad, medelvärde | Konsistens | Ytfilm efter 1 månad | Uppsugning efter 24 timmar |
|----------------|----------------------|---------------|----------------------|----------------------------|
| Dinitrolpasta | 0,08 | Kletig. | Klibbig. | Dålig. |
| Shell Ensis SX | 0,42 | Tunn, rinnig. | Klibbig. | Bra. |
| Tectyl 506 | 0,42 | Vaxig. | Torr, vaxig. | Dålig. |
| Dinitrol 4010 | 0,5 | Tunn. | Torr, halvblank. | Halvbra. |
| Rostskydd 70 | 0,5 | Tunn. | Oljig, vaxig. | Bra. |

De fem produkter som fick sämst resultat i våra tester på kuponger av kolstål:

| Produkt | Rostgrad, medelvärde | Konsistens | Ytfilm efter 1 månad | Uppsugning efter 24 timmar |
|------------------------------------|----------------------|---------------|----------------------|----------------------------|
| Isotrol Grund | 1,2 | Tunn. | Torr, blank. | Bra. |
| Rå linolja + balsamterpentin 50/50 | 1,2 | Rinnig. | Torr, blank. | Bra. |
| Cortec VCI-386 | 1,3 | Geléig. | Torr, blank. | Bra. |
| Rå linolja | 1,7 | Något rinnig. | Torr, blank. | Bra. |
| Kokt linolja | 1,8 | Rinnig. | Torr, blank. | Halvbra. |

3.5 Redovisning av provningsresultat för de olika rostskyddsmedlen

I detta kapitel presenteras de rostskyddsmedel som provats på järnkuponger. Varje produkt testades på fem provkuponger placerade inomhus på fem olika provstationer

under två år samt i ”kompletterande test nr 3” (provstation placerad utomhus under ett år).

Totalt testades varje rostskyddsmedel på sex kuponger. Dinitrol 970 är inte med i denna redovisning eftersom produkten endast provades utomhus på två olika platser (tabell 8).

Tabell 8. Sammanställning av resultat för testade rostskyddsmedel ordnade från bäst till sämst i test.

| Sid. | Produkt | Medelvärde rostgrad | Producent/leverantör | Rek. användning | Färg | Konsistens | Ytfilm efter 1 månad |
|------|------------------------------------|---------------------|-----------------------------|---|----------------------------------|------------------------|------------------------|
| 30 | Dinitrolpasta | 0,08 | DaCar AB | Ytskydd. | Rödbrun. | Kletig. | Klibbig, rödaktig. |
| 29 | Shell Ensic SX | 0,42 | AB Svenska Shell | Rostskydd vid lagring. | Gulbrun. | Tunn, rinnig. | Klibbig, gulaktig. |
| 30 | Tectyl 506 | 0,42 | G. A. Lindberg | Långtidsrostskydd inomhus och utomhus. | Gulbrun. | Något seg, vaxig. | Torr, vaxig, gulaktig. |
| 27 | Dinitrol 4010 | 0,5 | DaCar AB | I motorutrymmen. | Ofärgad. | Tunn, men inte rinnig. | Torr, halvblank. |
| 34 | Rostskydd 70 | 0,5 | Lahega Kemi AB | Smörj- och rostskyddsmedel. | Transparent. | Spray. | Vaxigt oljig, matt. |
| 29 | Shell Ensic TX | 0,58 | AB Svenska Shell | Rostskydd vid lagring utomhus och uppvärmt lager. | Gulbrun. | Något kletig. | Torr, vaxig. |
| 31 | Tectyl 5006W Vattenbaserad | 0,58 | G. A. Lindberg | Rostskydd under lång tid i tuffa miljöer. | Vit. | Vaxig, kletig. | Torr, vit. |
| 33 | Hagmans Carosol | 0,58 | Hagmans Kemi AB | Rostskyddsvax. | Gulaktig. | Spray, ojämn yta. | Torr. |
| 32 | 5-56 | 0,75 | CRC Industries Europe N. V. | Smörjmedel. | Transparent. | Tunn, rinnig, spray. | Torr. |
| 27 | Dinitrol 77B | 0,83 | DaCar | Skydd vid långtidsförvaring. | Gulbrun. | Tjock, kletig. | Torr, vaxig, gulbrun. |
| 33 | Shell Rimula X | 0,83 | AB Svenska Shell | Dieselmotorolja. | Transparent, brun. | Tjockflytande. | Oljig. |
| 28 | Dinitrol 81 | 0,92 | DaCar AB | Lagrings- och transportskydd. | Transparent, efter torkning vit. | Vaxig. | Torr, matt, halvklar. |
| 31 | Mercasol 2 | 0,92 | Geveko Industri AB | Rostskydd i bilar och till verktyg och maskiner. | Transparent. | Tunn, rinnig. | Något klibbig. |
| 28 | Dinitrol 25B | 1,0 | DaCar AB | Vattenundandrängande. Kortare lagringstider. | Ofärgad. | Tunn, rinnig. | Torr, klar. |
| 34 | Isotrol Grund | 1,2 | Introteknik AB | Grundfärg. | Transparent. | Tunn. | Torr, blank. |
| 36 | Rå linolja + Balsamterpentin 50/50 | 1,2 | Örebro Lin och Gripen | — | Transparent, något gulaktig. | Rinnig. | Torr, blank. |
| 32 | Cortec VCI-386 | 1,3 | TriboTec AB | Permanent ytskydd. | Mjölkgig. | Som gelé. | Torr, blank. |
| 35 | Rå linolja | 1,7 | Örebro Lin | — | Transparent, gulaktig. | Något rinnig. | Torr, blank. |
| 35 | Kokt linolja | 1,8 | Örebro Lin | — | Transparent, gulaktig. | Något rinnig. | Torr, blank. |
| 36 | Obehandlad referens | 2,4 | | | | | |

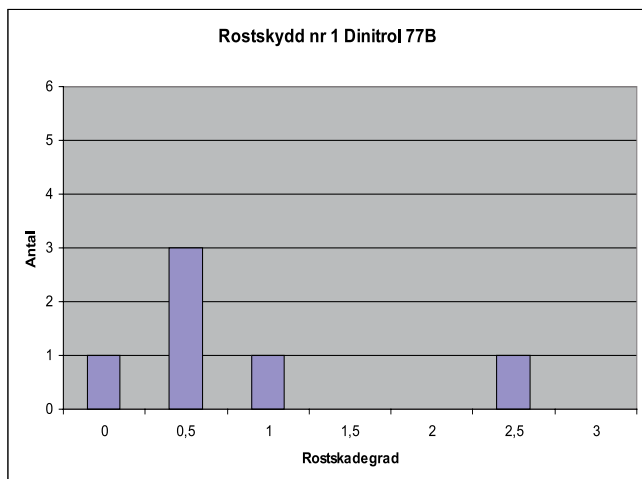
Resultat efter avslutad testperiod

Rostskyddsmedel nr 1 Dinitrol 77 B

Producent/leverantör: DaCar AB (före detta Dinol AB).

Medelvärde rostgrad 0,83.

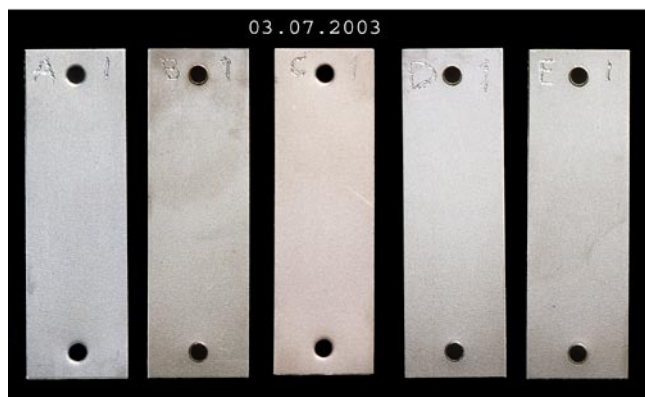
Diagram 7. Resultat för Dinitrol 77B efter avslutad testperiod.



1 kupong med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
3 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 1, (fåtal små rostfläckar).
1 kupong med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).

67 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck.

17 % hade omfattande rostskador över hela kupongen.



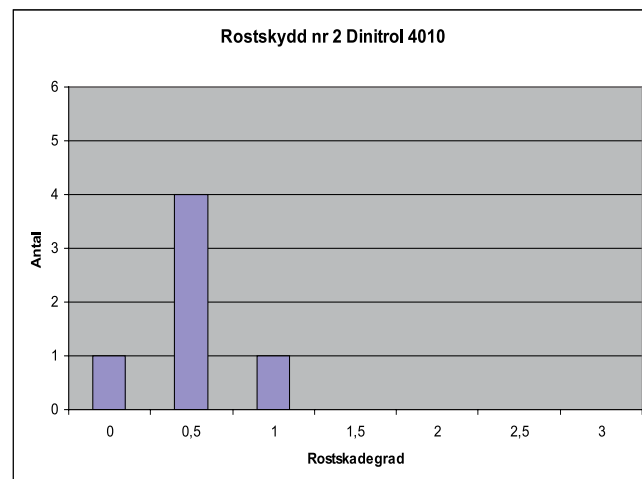
Dinitrol 77 B. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 2 Dinitrol 4010

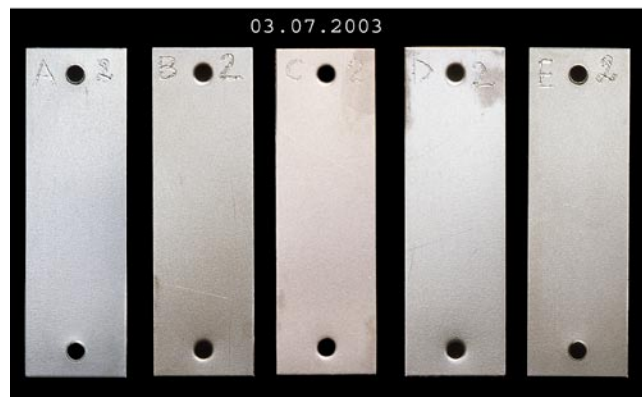
Producent/leverantör: DaCar AB (före detta Dinol AB).

Medelvärde rostgrad 0,5.

Diagram 8. Resultat för Dinitrol 4010 efter avslutad testperiod.



1 kupong med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
4 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 1, (fåtal små rostfläckar).
83 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller enstaka mycket liten rostskada.



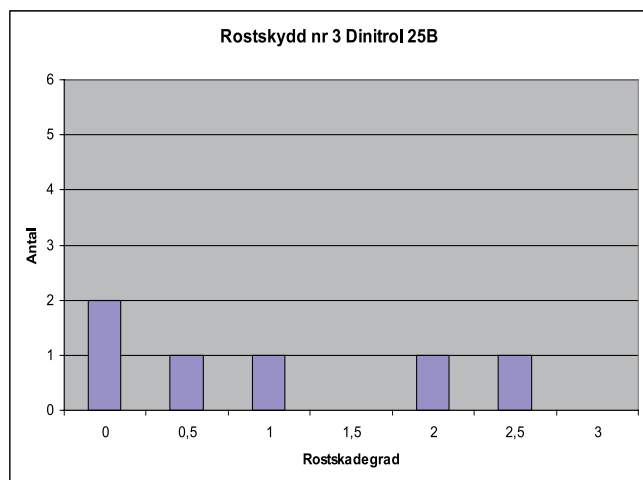
Dinitrol 4010. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 3 Dinitrol 25 B

Producent/leverantör: DaCar AB (före detta Dinol AB).

Medelvärde rostgrad 1.

Diagram 9. Resultat för Dinitrol 25B efter avslutad testperiod.



2 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
1 kupong med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 1, (fåtal små rostfläckar).
1 kupong med rostgrad 2, (flertal stora rostfläckar).
1 kupong med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).

50 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck. 17 % av kupongerna hade omfattande rostskador över hela kupongen.



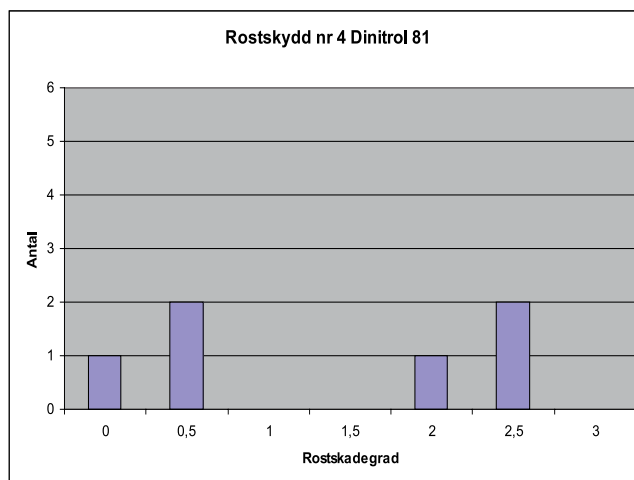
Dinitrol 25 B. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 4 Dinitrol 81

Producent/leverantör: DaCar AB (före detta Dinol AB).

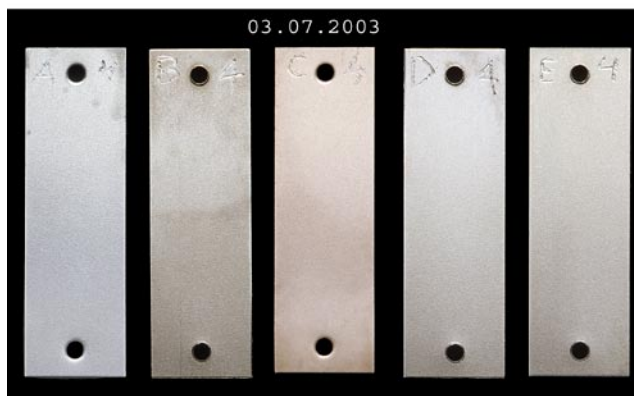
Medelvärde rostgrad 0,92.

Diagram 10. Resultat för Dinitrol 81 efter avslutad testperiod.



1 kupong med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
2 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 2, (flertal stora rostfläckar).
2 kuponger med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).

50 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck. 33 % hade omfattande rostskador över hela kupongen.



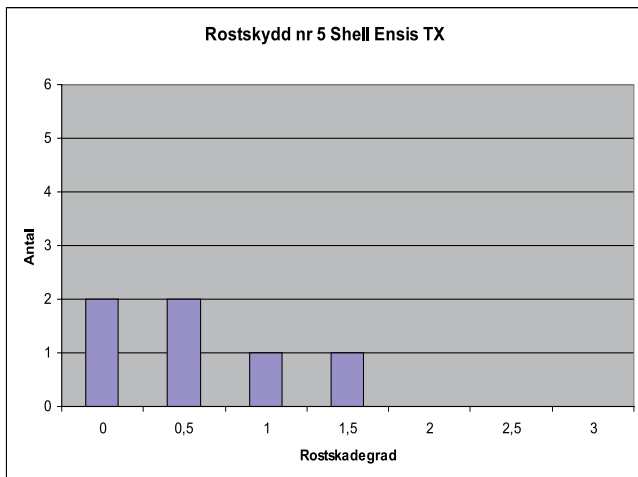
Dinitrol 81. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 5 Shell Ensis TX

Producent/leverantör: AB Svenska Shell.

Medelvärde rostgrad 0,58.

Diagram 11. Resultat för Shell Ensis TX efter avslutad testperiod.



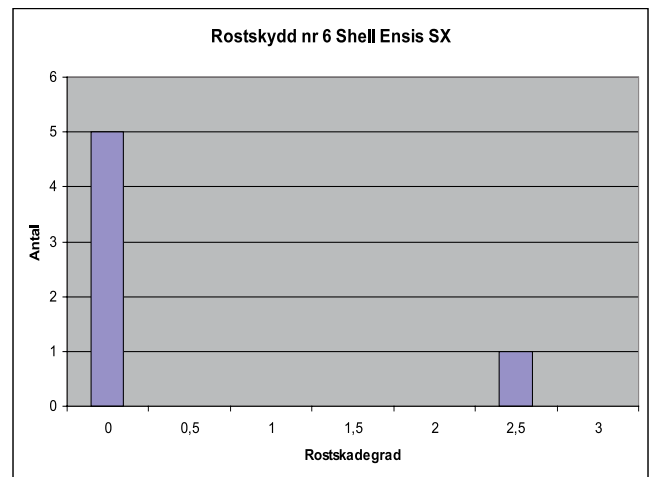
2 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
2 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 1, (fåtal små rostfläckar).
1 kupong med rostgrad 1,5, (fåtal stora rostfläckar).
67 % hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck.

Rostskyddsmedel nr 6 Shell Ensis SX

Producent/leverantör: AB Svenska Shell.

Medelvärde rostgrad 0,42.

Diagram 12. Resultat för Shell Ensis SX efter avslutad testperiod.



5 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
1 kupong med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).
83 % av kupongerna hade inga synliga rostskador. 17 % av kupongerna hade omfattande rostskador över hela kupongen.



Shell Ensis TX. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.



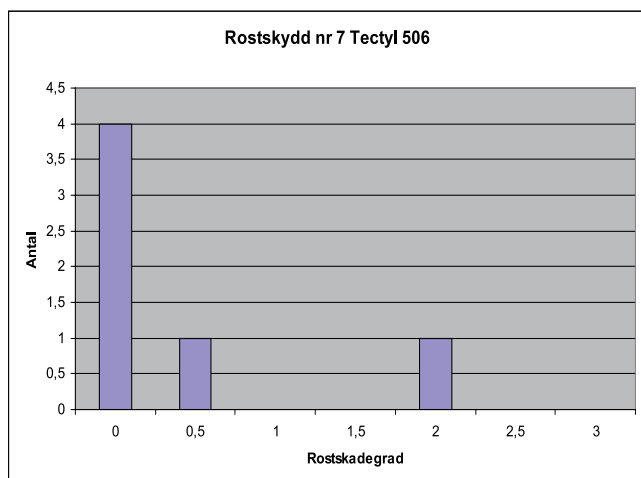
Shell Ensis SX. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 7 Tectyl 506

Producent/leverantör: G. A. Lindberg.

Medelvärde rostgrad 0,42.

Diagram 13. Resultat för Tectyl 506 efter avslutad testperiod.



4 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
1 kupong med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 2, (flertal stora rostfläckar).
83 % hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck.



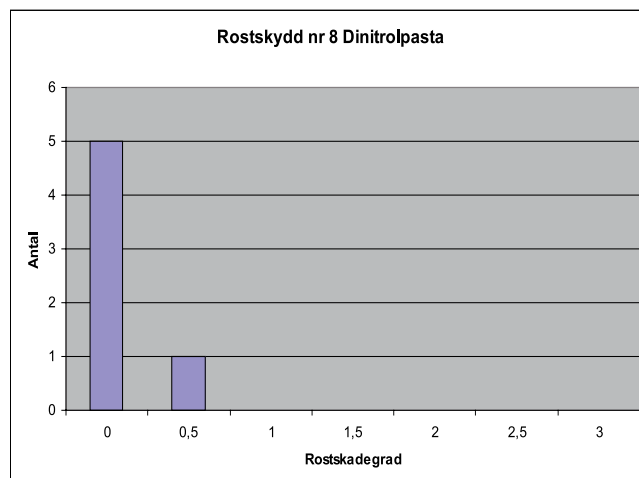
Tectyl 506. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 8 Dinitrolpasta

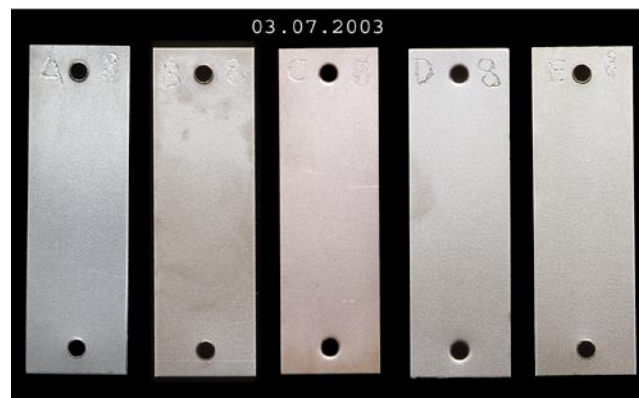
Producent/leverantör: DaCar AB (före detta Dinol AB).

Medelvärde rostgrad 0,083.

Diagram 14. Resultat för Dinitrolpasta efter avslutad testperiod.



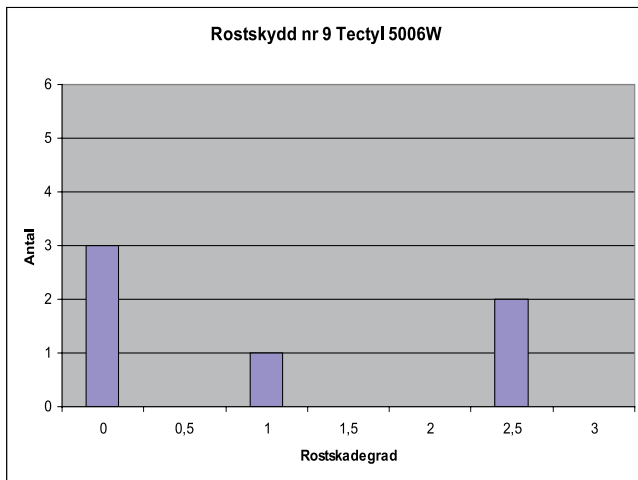
5 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
1 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
100 % av kupongerna hade inga synliga skador eller en mycket liten rostfläck.



Dinitrolpasta. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 9 Tectyl 5006W
 Producent/leverantör: G. A. Lindberg.
 Medelvärde rostgrad 0,58.

Diagram 15. Resultat för Tectyl 5006W efter avslutad testperiod.



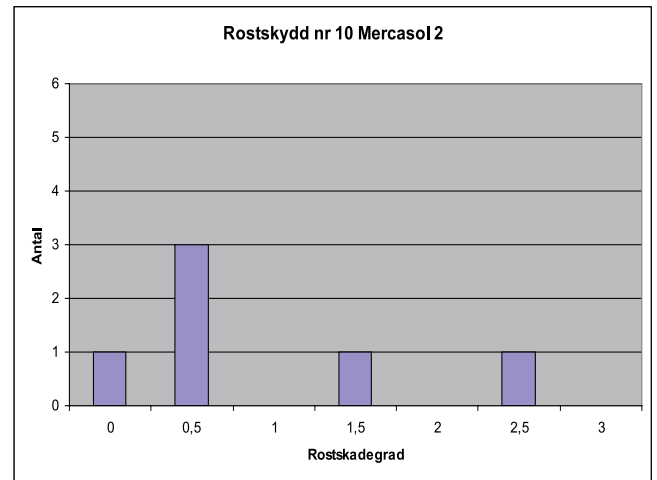
3 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
 1 kupong med rostgrad 1, (fåtal små rostfläckar).
 2 kuponger med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).
 50 % av kupongerna hade inga synliga rostskador. 33 % hade omfattande rostskador över hela kupongen.



Tectyl 5006W. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 10 Mercasol 2
 Producent/leverantör: Geveko Industri AB.
 Medelvärde rostgrad 0,92.

Diagram 16. Resultat för Mercasol 2 efter avslutad testperiod.



1 kupong med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
 3 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
 1 kupong med rostgrad 1,5, (fåtal stora rostfläckar).
 1 kupong med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).
 67 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck. 17 % hade omfattande rostskador över hela kupongen.



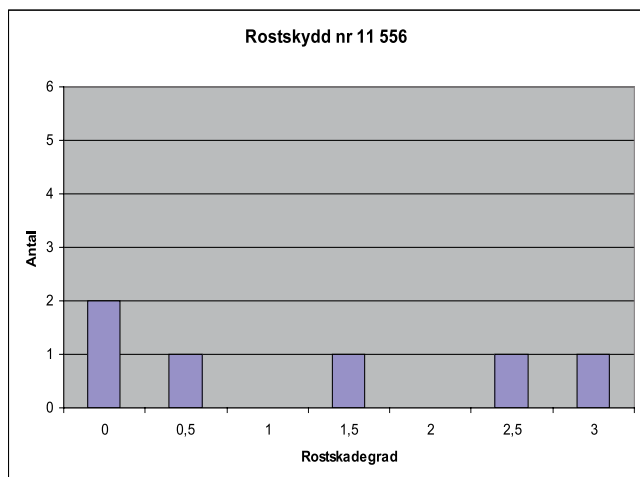
Mercasol 2. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 11 5-56

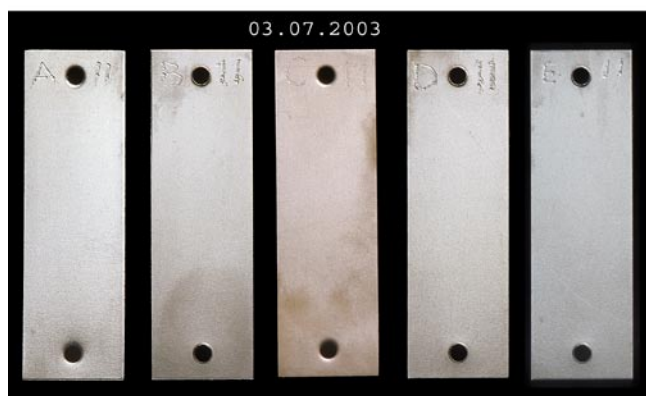
Producent/leverantör: CRC Industries Europe N. V.

Medelvärde rostgrad 0,75.

Diagram 17. Resultat för 5-56 efter avslutad testperiod.



2 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
1 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 1,5, (fåtal stora rostfläckar).
1 kupong med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).
1 kupong med rostgrad 3, (heltäckande rost).
50 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck. 33 % hade omfattande rostskador över hela kupongen eller heltäckande rost.



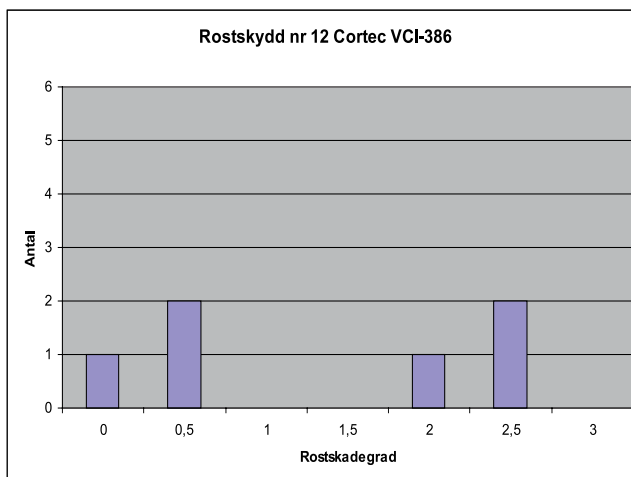
5-56. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 12 Cortec VCI-386

Producent/leverantör: TriboTec AB.

Medelvärde rostgrad 1,3.

Diagram 18. Resultat för Cortec VCI-386 efter avslutad testperiod.



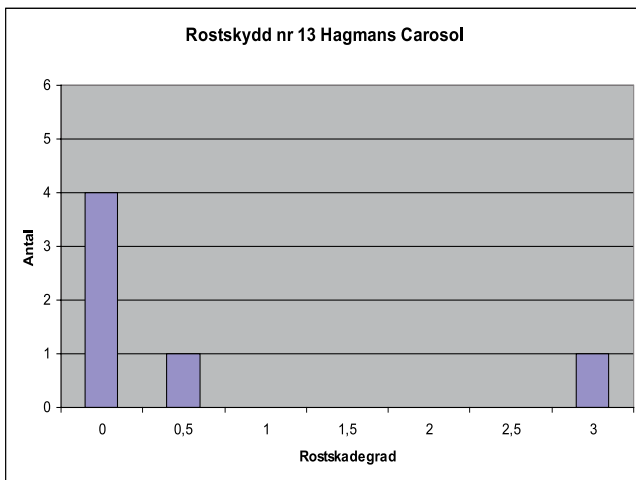
1 kupong med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
2 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 2,0, (flertal stora rostfläckar).
2 kuponger med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).
50 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck. 33 % hade omfattande rostskador över hela kupongen.



Cortec VCI-386. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 13 Hagemans Carosol
 Producent/leverantör: Hagemans Kemi AB.
 Medelvärde rostgrad 0,58.

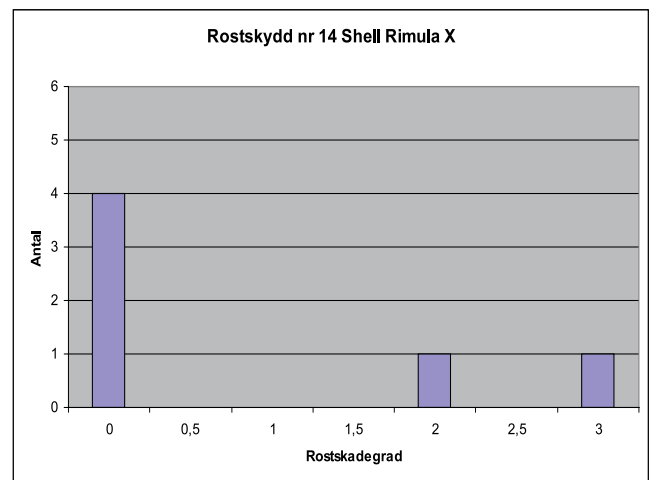
Diagram 19. Resultat för Hagemans Carosol efter avslutad testperiod.



4 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
 1 kupong med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
 1 kupong med rostgrad 3,0, (heltäckande rost).
 83 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck.
 17 % hade heltäckande rost.

Rostskyddsmedel nr 14 Shell Rimula X
 Producent/leverantör: AB Svenska Shell.
 Medelvärde rostgrad 0,83.

Diagram 20. Resultat för Shell Rimula X efter avslutad testperiod.



4 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
 1 kupong med rostgrad 2,0, (flertal stora rostfläckar).
 1 kupong med rostgrad 3,0, (omfattande rostskador över hela kupongen).
 67 % av kupongerna hade inga synliga rostskador. 17 % hade heltäckande rost.



Hagemans Carosol. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.



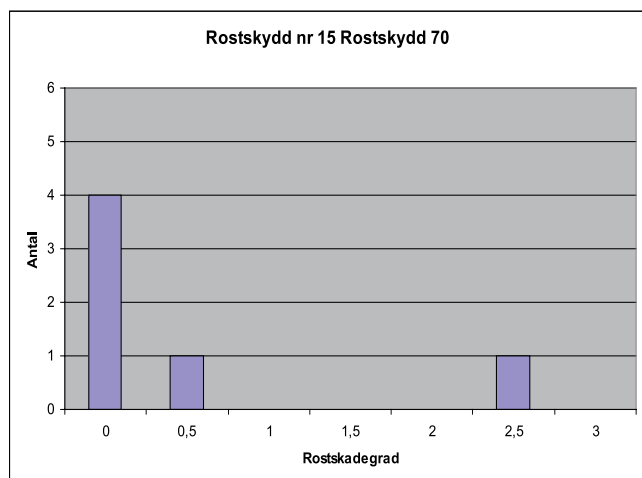
Shell Rimula X. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 15 Rostskydd 70

Producent/leverantör: Lahega Kemi AB.

Medelvärde rostgrad 0,5.

Diagram 21. Resultat för Rostskydd 70 efter avslutad testperiod.



4 kuponger med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
1 kupong med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
1 kupong med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).

83 % av kupongerna hade inga synliga rostskador eller en mycket liten rostfläck.

17 % hade omfattande rostskador över hela kupongen.



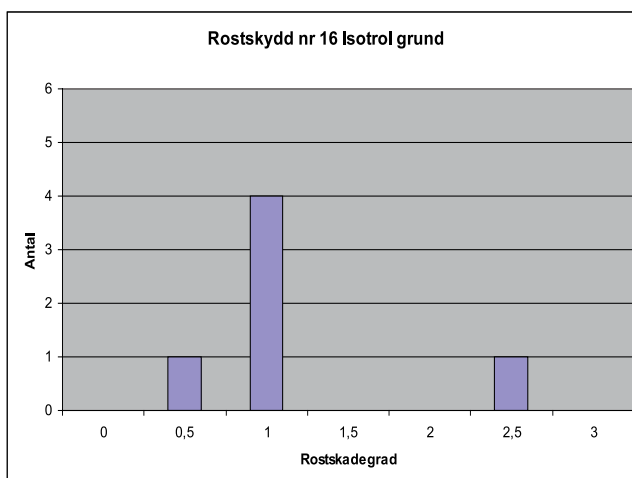
Rostskydd 70. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 16 Isotrol grund

Producent: Bigner & Co AB; Leverantör: Introteknik AB.

Medelvärde rostgrad 1,2.

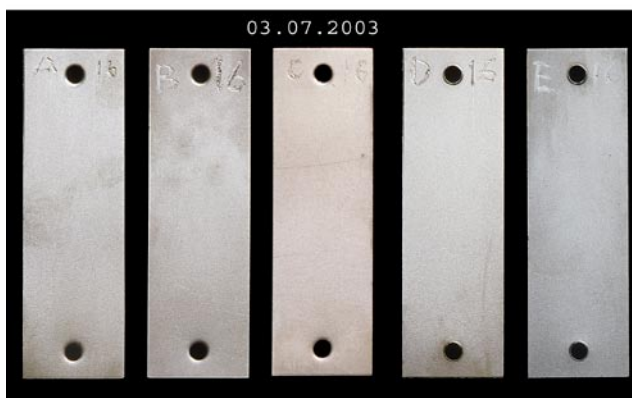
Diagram 22. resultat för Isotrol Grund efter avslutad testperiod.



1 kupong med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
4 kuponger med rostgrad 1,0, (fåtal små rostfläckar).

1 kupong med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela kupongen).

17 % av kupongerna hade en mycket liten rostfläck. 17 % hade omfattande rostskador över hela kupongen.



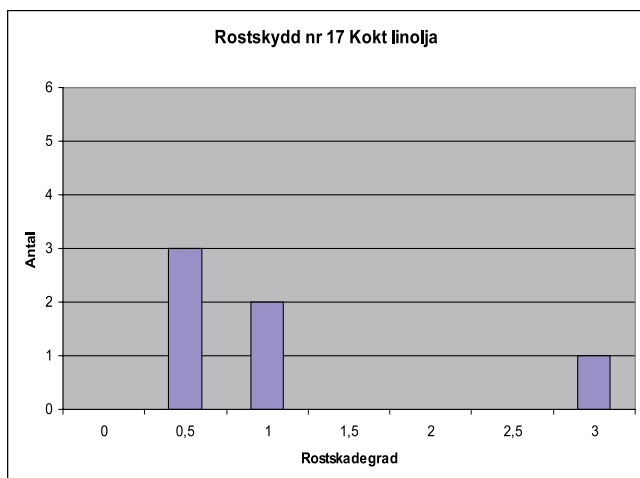
Isotrol Grund. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 17 Kokt linolja

Producent/leverantör: Örebro Lin, Bengt Jonsson.

Medelvärde rostgrad 1,8.

Diagram 23. Resultat efter avslutad testperiod.



3 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
2 kuponger med rostgrad 1,0, (fåtal små rostfläckar).
1 kupong med rostgrad 3,0, (omfattande rotskador över hela kupongen).
50 % av kupongerna hade en mycket liten rostfläck. 17 % hade heltäckande rost.



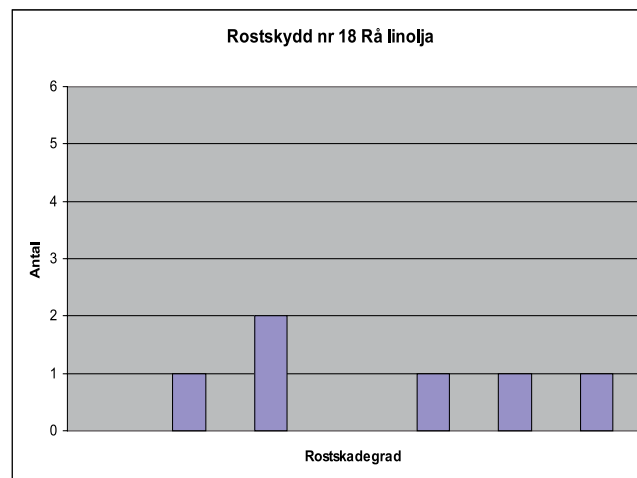
Kokt linolja. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 18 Rå linolja

Producent/leverantör: Örebro Lin, Bengt Jonsson.

Medelvärde rostgrad 1,7.

Diagram 24. Resultat för rå linolja efter avslutad testperiod.



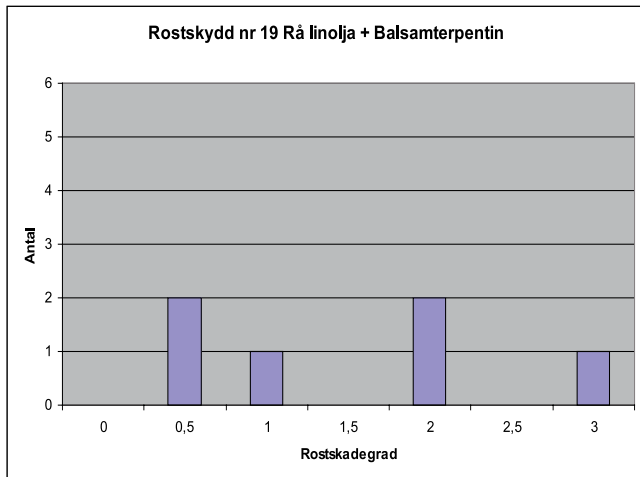
1 kupong med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
2 kuponger med rostgrad 1,0, (fåtal små rostfläckar).
1 kupong med rostgrad 2,0, (flertal stora rostfläckar).
1 kupong med rostgrad 2,5, (omfattande rotskador över hela kupongen).
1 kupong med rostgrad 3,0, (heltäckande rost).
17 % av kupongerna hade en mycket liten rostfläck. 33 % hade omfattande rotskador över hela kupongen eller heltäckande rost.



Rå linolja. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Rostskyddsmedel nr 19 Rå linolja med balsamterpentin
 Producent/leverantör: Örebro Lin, Bengt Jonsson; Gripen (balsamterpentin).
 Medelvärde rostgrad 1,2.

Diagram 25. Resultat för rå linolja + balsamterpentin efter avslutad testperiod.



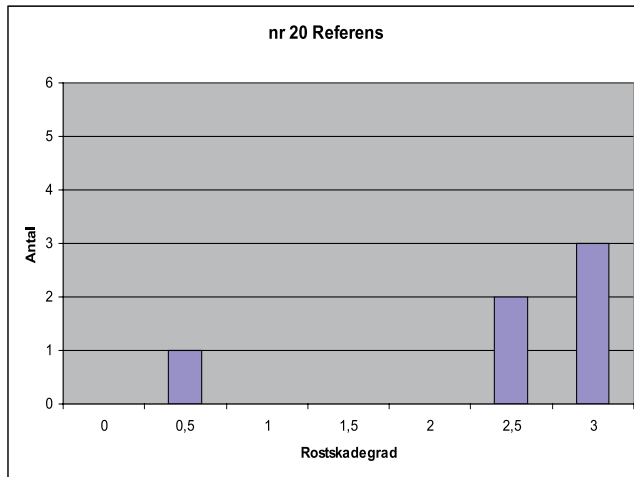
2 kuponger med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
 1 kupong med rostgrad 1,0, (fåtal små rostfläckar).
 2 kuponger med rostgrad 2,0, (flertal stora rostfläckar).
 1 kupong med rostgrad 3,0, (heltäckande rost).
 33 % av kupongerna hade en mycket liten rostfläck. 17 % hade heltäckande rost.



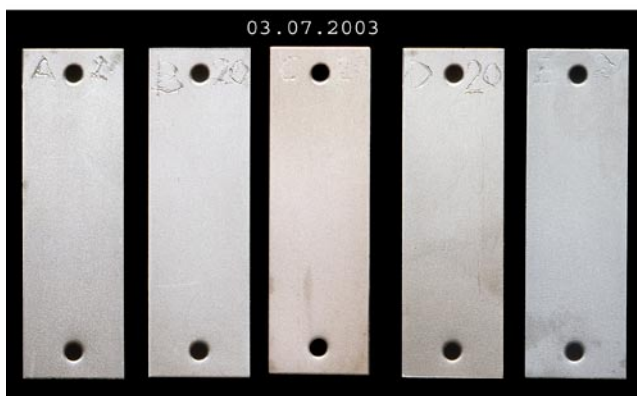
Rå linolja med balsamterpentin. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

Nr 20 Obehandlad referens
 Medelvärde rostgrad 2,4.

Diagram 26. Resultat för obehandlad referens efter avslutad testperiod.



1 kupong med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
 2 kuponger med rostgrad 2,5, (omfattande rostkador över hela kupongen).
 3 kuponger med rostgrad 3, (heltäckande rost).
 17 % av kupongerna hade en mycket liten rostfläck. 83 % hade omfattande rostkador eller heltäckande rost.



Obehandlad referens. Provkuponger före (övre raden) och efter (undre raden) test. Fotot visar endast ordinarie, dvs. ej det kompletterande testet.

4. Arkeologiskt järn

4.1 Bakgrund

I många museers utställningar och magasin finns en stor mängd arkeologiska järnföremål som håller på att rosta sönder. Arkeologiskt järn är ännu mer känsligt för fukt (vatten) i omgivningen än inte jordfunnet järn. Detta beror på att föremålen, då de ligger i jorden, tar upp salter från omgivande jord. Många av dessa salter, som t.ex. klorider, tar till sig fukt från omgivningen. För att järn ska rosta krävs närvaro av syre och vatten. Vid utgrävningstillfället, då miljön förändras för föremålet och tillgången till syre ökar kraftigt, kan järnföremålet snabbt börja rosta.

Ett sätt att undvika rostangrepp är att förvara järnföremål mycket torrt, vid maximalt 15–18 procent relativ luftfuktighet. För att kunna hålla så torrt klimat krävs avfuktning av luften. Många små museer saknar resurser till detta. Torrförvaring är inget alternativ för föremål som består av både metall och t.ex. trä eller ben. Det organiska materialet deformeras och spricker lätt om det förvaras för torrt. Ett annat sätt är att förvara järnet syrefritt. Föremålen packas då in i täta plastpåsar tillsammans med syreupptagande medel.

Det viktigaste sättet att aktivt stabilisera järn, har under lång tid varit att försöka få bort salterna. I Sverige avlägsnas ofta de vattenlösliga salterna genom att fynden läggs i avjoniserat vatten. Ofta tillsätts någon kemikalie för att skydda föremålen från fortsatt korrosion under urlakningen. En del av dessa kemikalier skyddar genom att höja pH-värdet i vattnet och därmed passivera järnet. Andra skyddar i stället genom att en tät beläggning bildas på föremålets yta. Avlägsning av salter görs även med hjälp av elektrolys. I Danmark praktiserar man upphettning till mycket höga temperaturer för att på så sätt få bort salter. På Riksantikvarieämbetet avlägsnar vi ytlig rost på järnföremålens yta med mikrobäster och diamanttrissa. Därefter urlakar vi klorider genom att lägga järnet i avjoniserat vatten. För att undvika att fynden rostar under behandlingen, bubblar vi kvävgas genom lakvattnet, för att avlägsna syret. Tyvärr har det visat sig att det är svårt att avlägsna salter så effektivt som krävs för att järnet verkligen ska bli riktigt stabilt. För att komplettera behandlingen ytbehandlas järnet med ett rostskyddsmedel. Redan för tjugo år sedan behandlades några arkeologiska järnföremål, på Riksantikvarieämbetet, med Dinitrolpasta. En del av dessa föremål har först nu under senaste året börjat få några små rostfläckar. Det finns tyvärr

mängder av redan konserverade järnföremål som på nytt börjat rosta i museimagasin och utställningar där luftfuktigheten är för hög.

Någon systematisk utvärdering av rostskyddsbehandling av arkeologiskt järn har inte gjorts. Inte heller vet vi om rostskyddsmedel är effektivare till dessa järnföremål, än enbart mikrokristallint vax eller paraffin, vilket tidigare var det som arkeologiskt järn ytbehandlades med. För att ta reda på om rostskyddsmedel är ett effektivt komplement till konserveringen av arkeologiskt järn, genomfördes en serie praktiska tester, vilka redovisas i detta kapitel.

4.2 Korrosionsprovning på arkeologiskt järn

Vi genomförde två olika tester av rostskyddsmedel på spikar från samma arkeologiska fyndmaterial från Vreta kloster i Östergötland, (se Bilaga 3). Rostskyddsmedlen provades först på spikar som inte urlakats för att avlägsna kloriderna. Därefter studerades rostskyddsmedlen på ett urlakat material. I samband med urlakning av det arkeologiska järnet, testades olika kemiska tillsatser i lakvattnet.

4.2.1 Test av rostskyddsmedel på inte urlakat arkeologiskt järn

Syftet med detta test var att undersöka hur väl ett rostskyddsmedel, som appliceras på föremålets yta, kan skydda ett obehandlat arkeologiskt järnföremål.



Vikingatida svärdsknapp med kraftiga rostskador.

Provmaterialet utgjordes av 52 järnspikar. Varje rostskyddsmedel provades på fyra spikar. Spikarna fotograferades först med färgdiafilm. Därefter penslades rostskyddsprodukterna på spikarna. I något fall doppades spikarna snabbt i de tunnflytande rostskyddsmedlen. Rostskydd 70 sprayades på. Överskottet av medlen på spikarna sögs upp med hushållspapper. De preparerade spikarna lades på glasplattor med varje rostskyddsprodukt för sig. Därefter placerades de, tillsammans med fyra obehandlade referensspikar, i ett klimatskåp, där temperatur och luftfuktighet kan regleras. För att provocera testmaterialet, och därmed få ett snabbare resultat, ställdes den relativa luftfuktigheten på 90 %. Temperaturen hölls på 25° C. Korrosionsprovningsen avslutades efter fyra månader. Spikarna fotograferades och besiktigades i mikroskop.

Bedömningen av de testade spikarna gjordes okulärt. Alla spikar hade korroderat under testperioden. Samtliga spikar har rostgrad 3,0, det vill säga mycket grava rostskador med flagning av ytan och/eller kloriddroppar. Det var ingen större skillnad på referenserna, som inte rostskyddsbehandlats, och många av de preparerade spikarna. Resultatet av korrosionsprovningsen visar att ett rostskyddsmedel, som app-



Spikar preparerade med Dinitrol 25B före test av inte urlakat arkeologiskt järn.



Spikar preparerade med Dinitrol 25 B efter test i klimatkammare av inte urlakat arkeologiskt järn.

liceras på ytan av ett helt obehandlat arkeologiskt järnföremål, inte nämnvärt förhindrar att järnet rostar.

| | | |
|-------|---------------------|---|
| Nr 1 | Dinitrol 77B | Korroderade med flagning av ytan, enstaka droppar. Mörk blank yta. |
| Nr 3 | Dinitrol 25B | Korroderade med kraftig flagning av ytan och mycket droppar. |
| Nr 4 | Dinitrol 81 | Korroderade med flagning av ytan och mycket droppar. |
| Nr 5 | Shell Ensis TX | Korroderade med flagning av ytan och mycket droppar. |
| Nr 6 | Shell Ensis SX | Korroderade med kraftig flagning av ytan och mycket droppar. |
| Nr 7 | Tectyl 506 | Korroderade med kraftig flagning av ytan och mycket droppar. |
| Nr 8 | Dinitrolpasta | Korroderade med flagning av ytan, droppar. Mörk yta. |
| Nr 9 | Tectyl 5006W | Korroderade med flagning av ytan, mycket droppar. Vit missfärgning. |
| Nr 10 | Mercasol 2 | Korroderade med flagning av ytan. |
| Nr 14 | Shell Rimula X | Korroderade med flagning av ytan, mycket droppar. |
| Nr 15 | Rostskydd 70 | Korroderade med flagning av ytan, droppar. |
| Nr 16 | Isotrol grund | Korroderade med flagning, mycket droppar. |
| Nr 20 | Obehandlad referens | Korroderade med kraftig flagning och mycket droppar. |

Dropparna på spikarnas yta består av sur järnkloridlösning.

I kapitel 2.3 Produktbeskrivning, redovisas vilka rostskyddsmedel som inte provades på det arkeologiska materialet, utan endast på metallkpongerna. Inför fortsatta tester av arkeologiskt järn togs ytterligare tre produkter bort: Dinitrol 25B, Shell Ensis SX och Tectyl 5006W. Dessa tre produkter bedömdes okulärt vara de som klarat korrosionsprovningsen på inte urlakat järn sämst. Tectyl missfärgade dessutom spikarna så att de blev vita.

4.2.2 Test av kemiska tillsatser vid urlakning av arkeologiskt järn

Det arkeologiska järnet stabiliseras ofta genom urlakning i vatten för att avlägsna klorider. Olika kemiska ämnen kan tillsättas till vattnet för att minska korrosionen av järnet under urlakningen. Vi antog att hållbarheten borde kunna vara avhängig av mängden klorider som kan avlägsnas under urlakningen. Ett ämne som bildar ett skyddande lager på föremålets yta kan ge ett skydd mot fortsatt korrosion i

vattnet. Hur påverkar ett ytskikt avlägsningen av klorider? Totalt testades sex olika varianter av tillsatser i vatten.

Provmaterialet var 220 spikar från samma arkeologiska undersökning i Östergötland som i föregående test.

Spikarna delades upp efter form i fyra grupper med 55 spikar vardera. Ofta rostas järnföremålen på de ställen som utsatts för mest bearbetning. Vi ville därför fördela böjda spikar så jämnt som möjligt mellan de olika rostskyddsmedlen.

| | | |
|---------|--------------------------|-----------|
| Grupp A | Mindre spik, raka. | 55 spikar |
| Grupp B | Kraftiga och obetydligt. | 55 spikar |
| Grupp C | Spikar med mjuk böj | 55 spikar |
| Grupp D | Spikar med tvär böj | 55 spikar |

Spikarna fotograferades digitalt med färgdiafilm före och under urlakning.

Hälften av spikarna, grupp A och D, blästrades med aluminiumoxid och putsades därefter med roterande stålborste. Övriga spikar, grupp B och C, bearbetades inte alls före urlakning. Spikarna fördelades sedan på de fem urlakningsmetoderna. Varje rostskyddsmedel testades på totalt 20 spikar.

| | | |
|---------|---|------------|
| Grupp 1 | Urlakades i avjoniserat vatten. | pH ca 4,5 |
| Grupp 2 | Urlakades i avjoniserat vatten + Na ₂ HPO ₄ och KH ₂ PO ₄ (Buffert dinatriumvätefosfat och kaliumdivätefosfat). | pH ca 6,5 |
| Grupp 3 | Urlakades i avjoniserat vatten + NaOH (natriumhydroxid). | pH ca 12,5 |
| Grupp 4 | Urlakades i avjoniserat vatten + Na ₂ HPO ₄ (dinatriumvätefosfat). | pH 8,5–9 |
| Grupp 5 | Urlakades i avjoniserat vatten + NaOH (natriumhydroxid). | pH 8–10,5 |

Vattnet värmdes till 60°C och hälldes över spikarna i lådorna av polystyren. Kloridtest gjordes genom titrering med kvicksilvernitratt, Aquamerck Chlorid-Test. Efter avslutad urlakning, då kloridhalten i lakvattnet var mindre än fyra mg per liter, lades spikarna i 95 % etanol under ett par timmar. Därefter lades spikarna i en vakuummugn med värme, 50°C. Spikarna fick torka i ugnen under fyra veckor. Därefter fotograferades de. De spikar som blästrats före urlakningen blästrades med glaspulver efter avslutad urlakning, (se Urlakningsschema i Bilaga 3).

Kompletterande test

Eftersom Dinitrol 510 tillkommit senare i undersökningen, gjordes urlakningen med Dinitrol 510 i vattenlösning, separat efter de tidigare utförda urlakningarna, (Grupp 6). Provmaterialet bestod av fyrtioåtta spikar från samma arkeologiska undersökning i Östergötland. Också dessa spikar delades in i fyra grupper efter utseende. En extra spik togs med i varje grupp för att Dinitrol 970 skulle kunna testas tillsammans med övriga rostskyddsmedel. Även här blästrades hälften av spikarna under det att resten lämnades obearbetade. Varje rostskyddsmedel provades på fyra spikar (tabell 9).

Under urlakningen av järn i avjoniserat vatten bildades redan efter någon dag tjocka beläggningar av orangefärgade järnkorrosionsprodukter. Lakvattnet blev gult och ogenomskinligt. Efter torkning var de spikar som urlakats i enbart avjoniserat vatten täckta av ett orangegult rostlager som var som torrt pulver, och som färgade av sig vid beröring. De spikar som inte var blästrade innan urlakningsförsöken hade rostat något mindre och hade en tunnare och mörkare rost på ytan. Beläggningen på de vattenurlakade spikarna satt hårdare och tog längre tid att avlägsna med glasblästring än övriga spikar. De vattenurlakade spikarna hade dessutom betydligt fler fläckar av blottad metall än övriga spikar.

Tabell 9. Sammanställning av de olika urlakningarna.

| Urlakning | Urlakningsperiod | Blästrat A+D Mängd urlakade klorider/ I lakvätska | Obearbetat B+C Mängd urlakade klorider | Kommentarer |
|--|------------------|---|---|---|
| Avjoniserat vatten pH ca 4,5 | 47 dagar | 40 mg | 76 mg | Tjocka beläggningar av orangefärgade järnkorrosionsprodukter. |
| Na ₂ HPO ₄ + KH ₂ PO ₄ pH ca 6,5 | 47 dagar | 24 mg | 36 mg | Tjocka svampiga gråblå beläggningar av järnfosfat på blottad metallyta. |
| Na ₂ HPO ₄ pH ca 8,5–9 | 59 dagar | 40 mg | 44 mg | Tunna blågrå beläggningar av järnfosfat på blottad metallyta. |
| NaOH pH ca 12,5 | 59 dagar | 92 mg | 116 mg | Kraftig flagning av spikarnas yta. |
| NaOH (lägre och varierande pH för att undersöka vad pH-värdet minst måste vara för att undvika korrosion under lakning). pH ca 8–10,5 | 51 dagar | 48 mg | 56 mg | Mindre flagning än vid högre pH. |
| Dinitrol 510 pH ca 11 | 71 dagar | 20 mg | 36 mg | |



Spikar under urlakning i avjoniserat vatten.



Spikar under urlakning med en buffertlösning av dinatriumvätefosfat och kaliumdivätefosfat i avjoniserat vatten.



Spikar under urlakning i dinatriumvätefosfat i avjoniserat vatten.



Spikar under urlakning i avjoniserat vatten med tillsats av natriumhydroxid, pH 12,5.

De spikar som urlakades med tillsatt buffertlösning av dinatriumvätefosfat och kaliumdivätefosfat fick under första dygnet tjocka beläggningar av blågrå järnfosfat på områden där metallen var blottad. Då enbart dinatriumvätefosfat användes till urlakningen bildades i stället tunna beläggningar av järnfosfat på spikarnas yta.

Under urlakningen med natriumhydroxid, pH 12,5, flagade ytan på spikarna kraftigt. Vid varje vattenbyte var botten i urlakningslådan täckt av flagor.

4.2.3 Test av rostskyddsmedel på urlakat arkeologiskt järn

Syftet med detta test var att ta reda på om rostskyddsmedel kan ge ett extra skydd mot korrosion hos det urlakade arkeologiska järnet.

Som provmaterial användes de redan urlakade 268 spikarna från 4.2.2, Test av tillsatser vid urlakning av arkeo-

logiskt järn. Varje rostskyddsmedel testades på 24 spikar, utom Dinitrol 970 som bara provades på de fyra spikar, som urlakades med Dinitrol 510. Båda dessa Dinitrolprodukter tillkom senare i undersökningen. De rostskyddsprodukter som testades var:

- Nr 1 Dinitrol 77B
- Nr 4 Dinitrol 81
- Nr 5 Shell Ensis TX
- Nr 7 Tectyl 506
- Nr 8 Dinitrolpasta
- Nr 10 Mercasol 2
- Nr 14 Shell Rimula X
- Nr 15 Rostskydd 70
- Nr 16 Isotrol Grund
- Nr 20 Obehandlad referens
- Nr 21 Dinitrol 970
- Nr 22 Mikrokristallint vax

Rostskyddsmedlen penslades på, i något fall doppades spikarna i rostskyddsmedlet. Rostskydd 70 sprayades på. Överskottet av rostskyddsmedel på spikarna sögs upp med hushållspapper. Det mikrokristallina vaxet rördes ut med lacknafta och penslades på. De preparerade spikarna fick sedan ligga i dragskåp under två dygn för att lösningsmedel skulle avdunsta från ytan. Därefter fotograferades de. Till sist placerades spikarna i klimatskåp med en temperatur på 20°C och med en relativ luftfuktighet som varierades mellan 10 och 90 % i intervaller på två veckor. Testet avslutades efter sex månader.

Spikarna studerades i mikroskop efter avslutad test i klimatkammare. Utvärderingen gjordes av två erfarna metallkonservatorer oberoende av varandra, varefter man gemensamt diskuterade de resultat som varierade i bedömningen.

SPIKARNAS KORROSIONSSKADOR

Korrosionsskadorna hos spikarna delades in i sju rostgrader:

- 1 Inga synliga rostskador.
- 0,5 En mycket liten rostfläck.
- 1,0 Fåtal små rostfläckar.
- 1,5 Fåtal stora rostfläckar.
- 2,0 Partier med mer omfattande rostskador.
- 2,5 Omfattande rostskador över hela spiken.
- 3,0 Mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning.



De med rostskyddsmedel preparerade spikarna läggs in i klimatskåpet för korrosionsprovning.

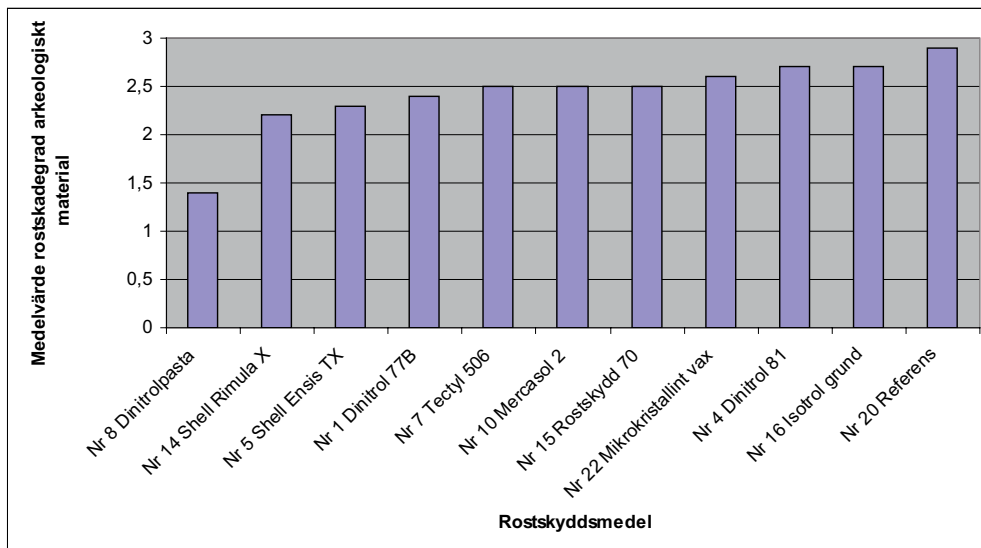


Diagram 27. Sammanställning av resultat av korrosionsprovning på arkeologiskt urlakat järn. Staplarna anger medelvärde av rostgrad för de testade rostskyddsmedlen.

4.3 Sammanställning av resultat från korrosionstesterna på urlakat järn

Eftersom Dinitrol 970 endast provades på spikar urlakade med Dinitrol 510, är inte Dinitrol 970 medtagen i sammanställningen av övriga rostskyddsmedel (diagram 27).

Nr. 8 Dinitrolpasta var det rostskyddsmedel som klarade testet på urlakat arkeologiskt järn bäst. Medelvärdet för Dinitrolpastan blev 1,4. Två spikar som behandlades med Dinitrolpasta var de enda som klarade sig helt utan synliga rostskador. En fjärdedel, sex spikar av 24, av de med Dinitrolpasta behandlade spikarna hade omfattande rostskador men inga spikar hade mycket grava rostskador, rostgrad 3.

Nr. 14 Shell Rimula X var det rostskyddsmedlet som placerade sig på andra plats i testet. Drygt hälften av spikarna, 16

spikar, hade omfattande rostskador, men endast två spikar hade mycket grava rostskador.

Nr. 5 Shell Ensis TX. 15 spikar av 24 hade omfattande eller mycket grava rostskador.

Nr. 1 Dinitrol 77B. 17 spikar av 24 hade omfattande eller mycket grava rostskador.

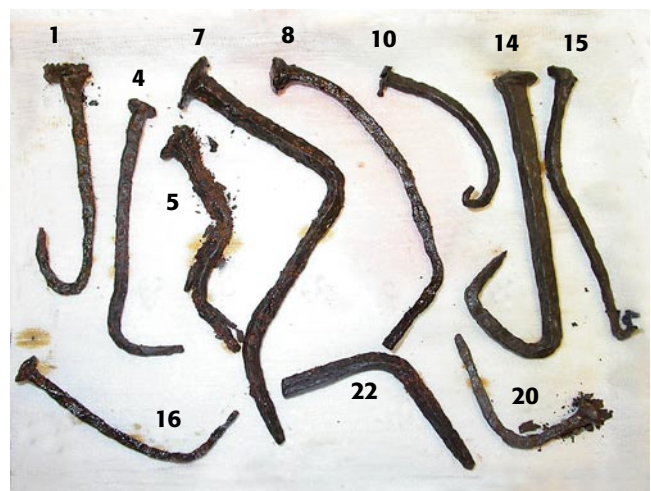
Nr. 7 Tectyl 506, nr. 10 Mercasol 2 och nr. 15 Rostskydd 70 med 17, 19 respektive 21 spikar som hade omfattande eller mycket grava rostskador.

Nr. 22 Mikrokristallint vax. 20 spikar hade omfattande eller mycket grava rostskador.

Nr. 4 Dinitrol 81 och nr. 16 Isotrol grund. 23 respektive 21 spikar av 24 spikar hade omfattande eller mycket grava rostskador.



Spikar som urlakats i avjoniserat vatten med tillsats av natriumhydroxid, pH 12,5 efter korrosionsprovning i klimatkammare.



Spikar som urlakats i avjoniserat vatten med tillsats av dinatriumvätefosfat efter korrosionsprovning i klimatkammare.

Kompletterande test. Resultat av rostskyddsmedel testade på arkeologiskt järn som urlakats med Dinitrol 510:

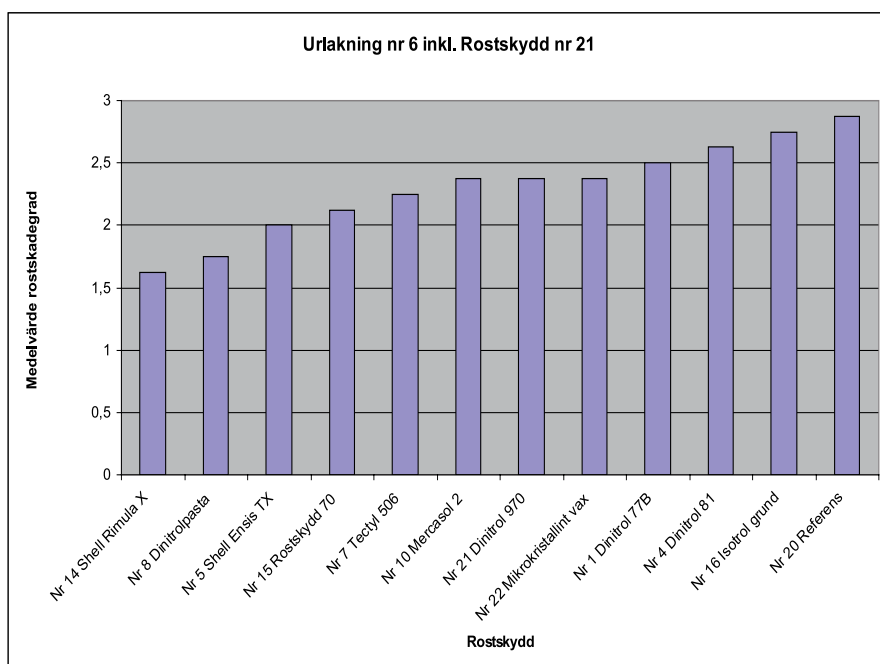


Diagram 28. Sammanställning av resultat av korrosionsprovning på arkeologiskt järn som urlakats med Dinitrol 510. Staplarna anger medelvärde av rostgrad för de testade rostskyddsmedlen.

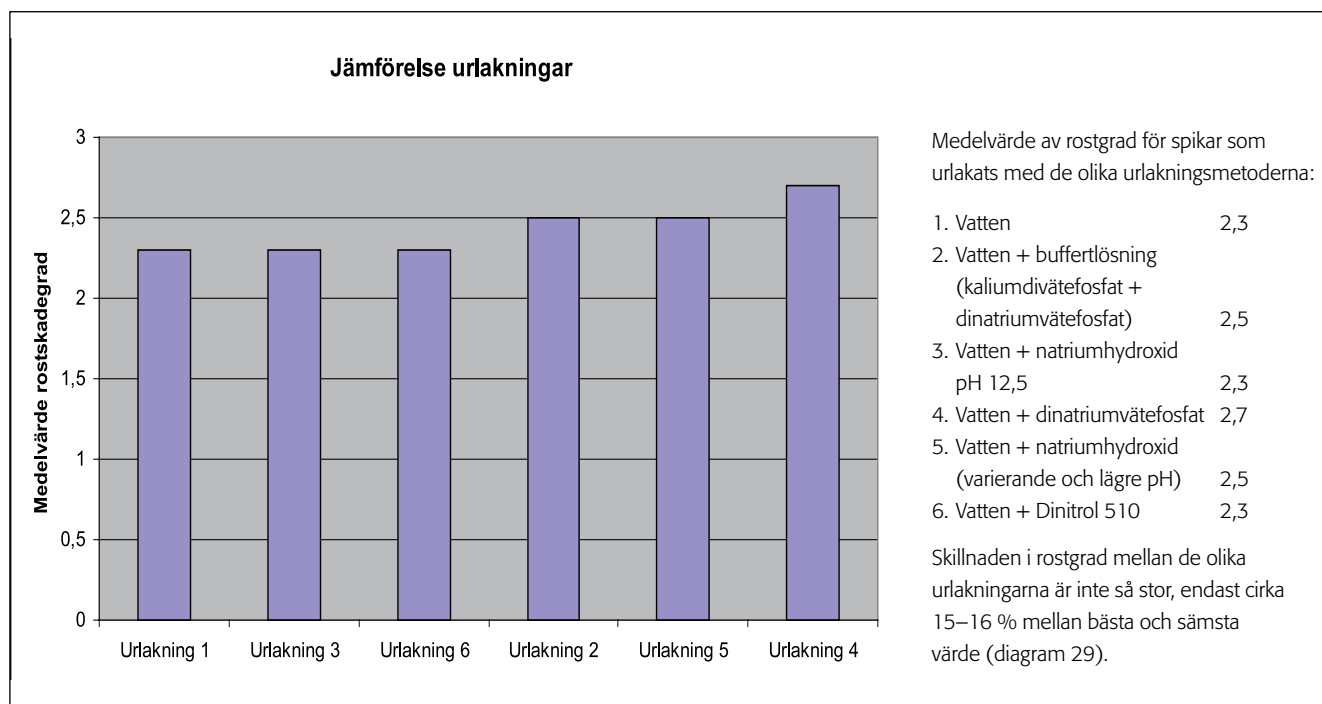


Diagram 29. Rostgrad för urlakat arkeologiskt järn, efter korrosionsprovning, uppdelat på vilken urlakningsmetod som har använts.

I samband med utvärderingen av rostskyddsmedlen, gjorde vi också en sammanställning av hur de olika urlakningsmetoderna påverkat slutresultatet.

Urlakningen med dinatriumvätefosfat, urlakning nr 4, orsakade den högsta andelen spikar med rostgrad 3. Vattnet utan tillsatser, urlakning nr 1, ledde till flest spikar med

skadegrad 2,5, men har samtidigt en del spikar i de lägsta skadeklasserna, vilket drar ner medelvärdet. Vattnet, urlakning nr 1, natriumhydroxid med högt pH, urlakning nr 3, samt Dinitrol 510, urlakning nr 6, är de tre urlakningar som gav lägst andel av spikar i rostgrad 3. Urlakning nr 2 med tillsats av natriumhydroxid var den metod som effek-

tivast urlakade klorider. Dinitrol 510 var den urlakning som extraherade minst klorider, som vi har kunnat mäta, trots att den pågick under längre tid än de övriga urlakningarna.

Resultatet visar att rostgraden efter klimatkamartester-na inte är helt avhängigt av hur mycket klorider som urlakats. Beläggningen av järnfosfat gav inte något bra skydd vid testet i klimatkammaren.

Urlakningsmetoder som fungerar bäst för de fyra rostskyddsmedel som fick bästa resultatet i provningen på urlakat järn

Dinitrolpasta ger bäst resultat tillsammans med urlakning 2, buffertlösning bestående av dinatriumvätefosfat och kaliumdivätefosfat, och sämst resultat tillsammans med urlakning 6, Dinitrol 510 (diagram 30).

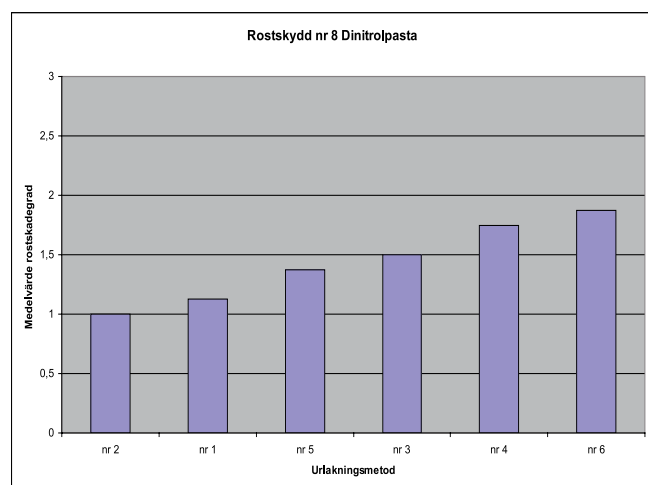


Diagram 30. Resultat för Dinitrolpasta uppdelat på de olika urlakningsmetoderna.

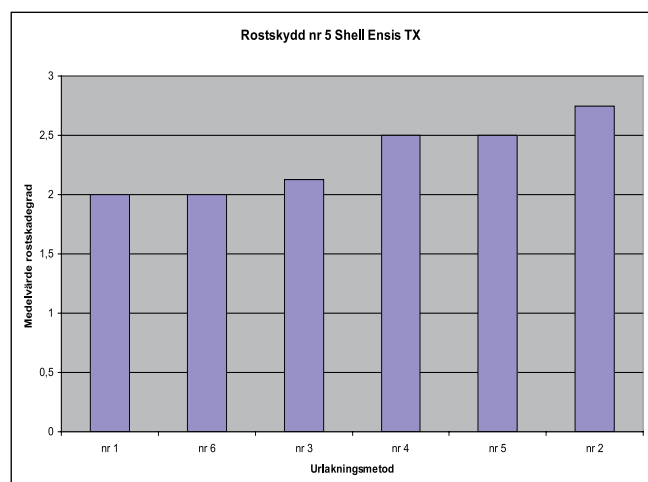


Diagram 32. Resultat för Shell Ensis TX uppdelat på de olika urlakningsmetoderna.

Shell Rimula X fungerar bäst tillsammans med Dinitrol 510, urlakning 6 och sämst med enbart avjoniserat vatten, urlakning 1 (diagram 31).

Shell Ensis TX ger bäst resultat i kombination med urlakning 1, avjoniserat vatten och ger sämst resultat tillsammans med fosfatbufferten, urlakning 2 (diagram 32).

Dinitrol 77 B fungerar bäst med urlakning 1, avjoniserat vatten, och sämst med urlakning 4, dinatriumvätefosfat (diagram 33).

Våra slutsatser är att pH-värdet inte har någon större betydelse för hur dessa fyra rostskyddsmedel fungerar ihop med de olika urlakningarna. På skalan för kombinationen rostskyddsmedel och urlakning, varierar pH-värdet fram och tillbaka. Den bästa kombinationen rostskyddsmedel och urlakningsmetod bland de fyra ovan redovisade är Dinitrol-

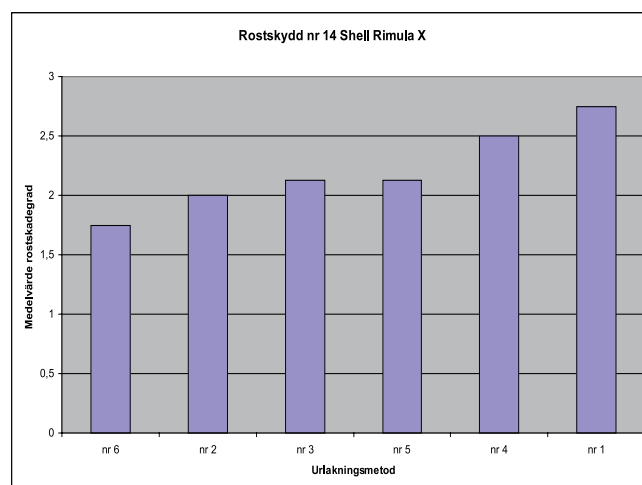


Diagram 31. Resultat för Shell Rimula X uppdelat på de olika urlakningsmetoderna.

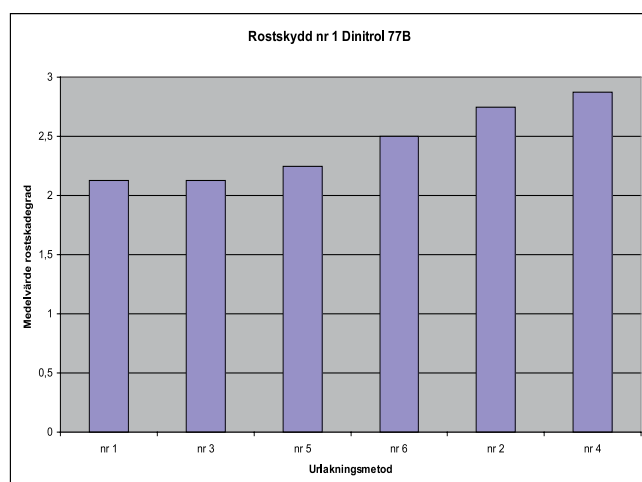


Diagram 33. Resultat för Dinitrol 77B uppdelat på de olika urlakningsmetoderna.

pasta på järn urlakat med fosfatbuffertlösning följt av avjoniserat vatten (diagram 34).

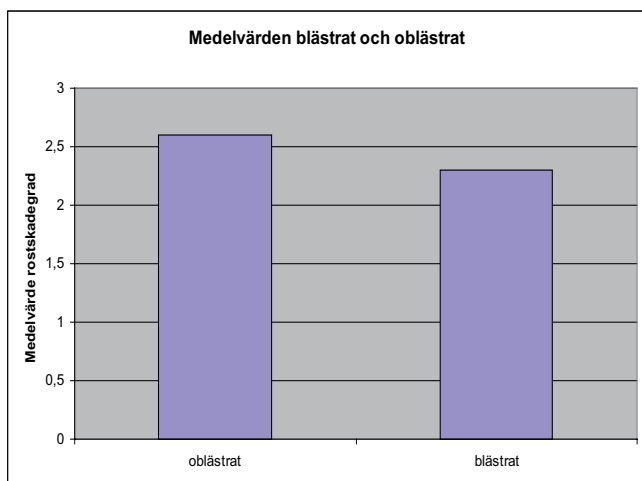


Diagram 34. Skillnad i rostgrad för blåstrat och inte blåstrat järn efter korrosionsprovning.

Medelvärde av rostgrad för blåstrat respektive obearbetat provmaterial vid urlakning var för blåstrade spikar 2,3 och för oblästrade spikar 2,6. Resultatet visar att det är effektivare att avlägsna klorider ur ett rengjort järnföremål än ur ett som inte alls bearbetats. I samband med blåstring och putsning av järnföremålets yta avlägsnas det mesta av det ytliga rostlagret, och därmed också mycket av kloriderna.

Hur påverkar rostskyddsmedlets konsistens, ytfilm och uppsugningsförmåga rostgraden? (Se tabell 10a och 10b).

Det verkar inte som om en god uppsugningsförmåga har så stor betydelse för resultatet. Däremot tycks en kletig,

Tabell 10a. De fyra rostskyddsmedel som fick bäst resultat i våra tester på urlakat arkeologiskt järn.

| Produkt | Rostgrad, medelvärde | Konsistens | Ytfilm efter 1 månad | Uppsugning efter 24 timmar |
|----------------|----------------------|---------------|----------------------|----------------------------|
| Dinitrolpasta | 1,4 | Kletig | Klibbig | Dålig |
| Shell Rimula X | 2,2 | Tjockflytande | Oljig | Bra |
| Shell Ensis TX | 2,3 | Något kletig | Torr, vaxig | Dålig |
| Dinitrol 77 B | 2,4 | Tjock, kletig | Torr, vaxig | Dålig |

Tabell 10b. De tre rostskyddsmedel som fick sämst resultat i våra tester på arkeologiskt järn.

| Produkt | Rostgrad, medelvärde | Konsistens | Ytfilm efter 1 månad | Uppsugning efter 24 timmar |
|----------------------|----------------------|---------------|----------------------|----------------------------|
| Mikrokristallint vax | 2,6 | Kletig, vaxig | Torr, vaxig | Dålig |
| Dinitrol 81 | 2,7 | Vaxig | Torr, matt | Bra |
| Isotrol Grund | 2,7 | Tunn | Torr, blank | Bra |

olja eller vaxig ytfilm kunna vara en fördel för rostskyddsmedlets effekt.

4.4 Redovisning av provningsresultat för de olika rostskyddsmedlen

I detta kapitel presenteras de rostskyddsmedel som provats på det urlakade arkeologiska materialet. Varje produkt testades på totalt 24 spikar, 4 för varje urlakningsmetod. Dinitrol 970 är inte med i sammanställningen eftersom produkten endast testades på spikar som urlakats med Dinitrol 510 (tabell 11).

Tabell 11. Sammanställning av resultat för testade rostskyddsmedel ordnade från bäst till sämst i test.

| Sid. | Produkt | Medelvärde rostgrad | Producent/leverantör | Rek. användning | Färg | Konsistens | Ytfilm efter 1 månad |
|------|---------------------------------------|---------------------|----------------------|---|----------------------------------|-------------------|----------------------|
| 48 | Dinitrolpasta | 1,4 | DaCar AB | Ytskydd. | Rödbrun. | Kletig. | Klibbig. |
| 49 | Shell Rimula X | 2,2 | AB Svenska Shell | Dieselmotorolja. | Transparent, brun. | Tjockflytande. | Oljig. |
| 47 | Shell Ensis TX | 2,3 | AB Svenska Shell | Rostskydd vid lagring utomhus och uppvärmt lager. | Gulbrun. | Något kletig. | Torr, vaxig. |
| 46 | Dinitrol 77B | 2,4 | DaCar AB | Skydd vid långtidsförvaring. | Gulbrun. | Tjock, kletig. | Torr, vaxig. |
| 47 | Tectyl 506 | 2,5 | G. A. Lindberg | Långtidsrostskydd inomhus och utomhus. | Gulbrun. | Något seg, vaxig. | Torr. |
| 48 | Mercasol 2 | 2,5 | Geveko Industri AB | Rostskydd i bilar och till verktyg och maskiner. | Transparent. | Tunn, rinnig. | Något klibbig. |
| 49 | Rostskydd 70 | 2,5 | Lahega Kemi AB | Smörj- och rostskyddsmedel. | Transparent. | Spray. | Vaxigt oljig. |
| 50 | Mikrokristallint vax + lackolja 50/50 | 2,6 | AB Svenska Shell | - | Vit. | Vaxig, kletig. | Torr, vaxig. |
| 46 | Dinitrol 81 | 2,7 | DaCar AB | Lagrings- och transportskydd. | Transparent, efter torkning vit. | Vaxig. | Torr. |
| 50 | Isotrol Grund | 2,7 | Introteknik AB | Grundfärg. | Transparent. | Tunn. | Torr, blank. |
| 51 | Obehandlad referens | 2,9 | | | | | |

Resultat efter fuktkammartest på urlakat järn

Rostskyddsmedel nr. 1 Dinitrol 77B

Producent/leverantör: DaCar AB (före detta Dinol AB).

Medelvärde rostgrad 2,4.

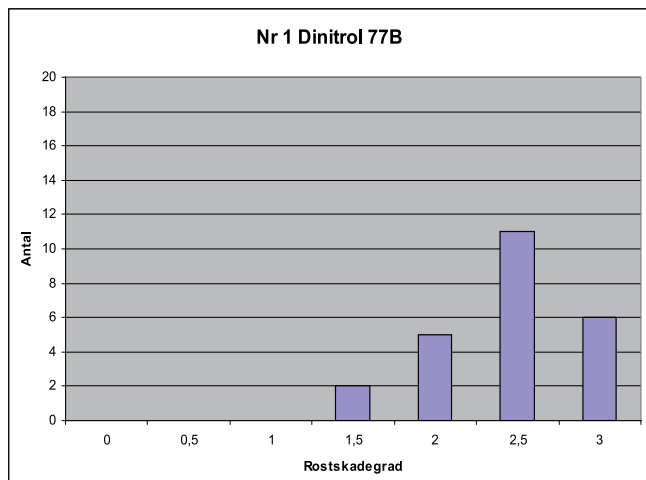


Diagram 35. Resultat för Dinitrol 77B efter korrosionsprovning.

- 2 spikar med rostgrad 1,5, (ett fåtal stora rostfläckar).
- 5 spikar med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).
- 11 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).
- 6 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).

Mer än 70 % av spikarna hade omfattande eller mycket grava rostskador. Övriga spikar hade ett fåtal stora rostfläckar eller områden med mer omfattande skador.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Dinitrol 77B.

Rostskyddsmedel nr. 4 Dinitrol 81

Producent/leverantör: DaCar AB (före detta Dinol AB).

Medelvärde rostgrad 2,7.

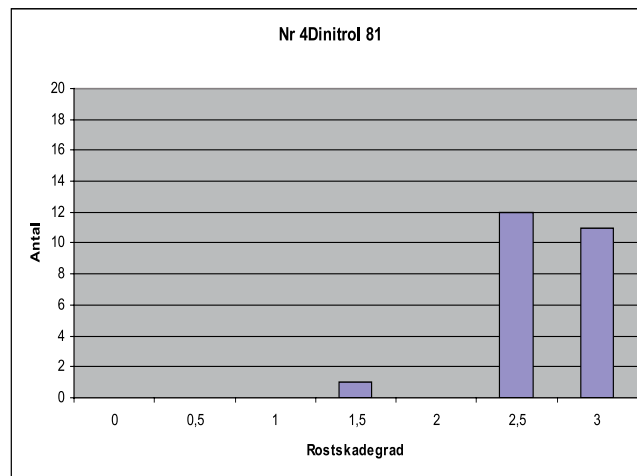
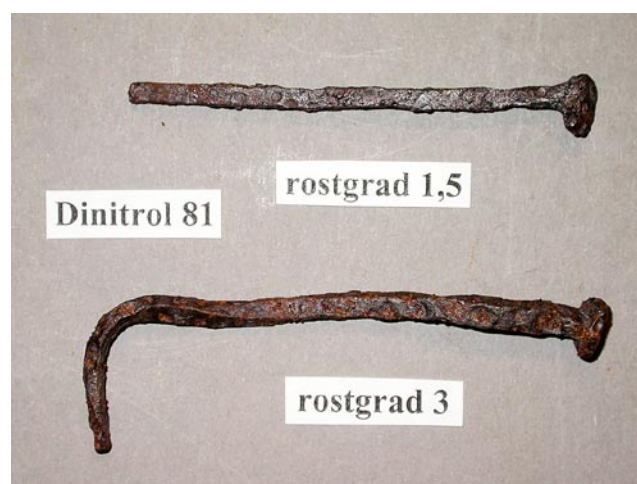


Diagram 36. Resultat för Dinitrol 81 efter korrosionsprovning.

- 1 spik med rostgrad 1,5, (ett fåtal stora rostfläckar).
 - 12 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).
 - 11 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).
- 96 % av spikarna hade omfattande eller mycket grava rostskador.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Dinitrol 81.

Rostskyddsmedel nr. 5 Shell Ensis TX

Producent/leverantör: AB Svenska Shell.

Medelvärde rostgrad 2,3.

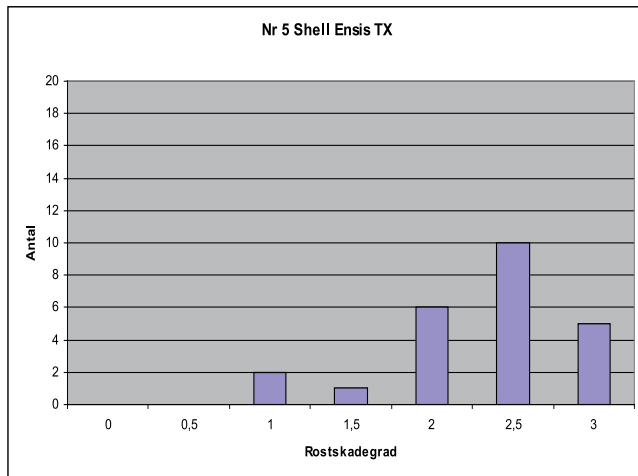


Diagram 37. Resultat för Shell Ensis TX efter korrosionsprovning.

2 spikar med rostgrad 1, (ett fåtal små rostfläckar).

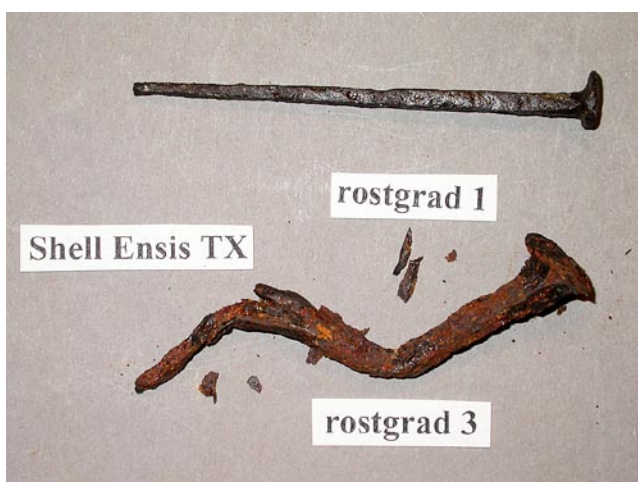
1 spik med rostgrad 1,5, (ett fåtal stora rostfläckar).

6 spikar med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).

10 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).

5 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).

Mer än 60 % av alla spikar hade omfattande eller mycket grava rostskador. 10–15 % av spikarna hade endast enstaka rostfläckar.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Shell Ensis TX.

Rostskyddsmedel nr. 7 Tectyl 506

Producent/leverantör: G. A. Lindberg.

Medelvärde rostgrad 2,5.

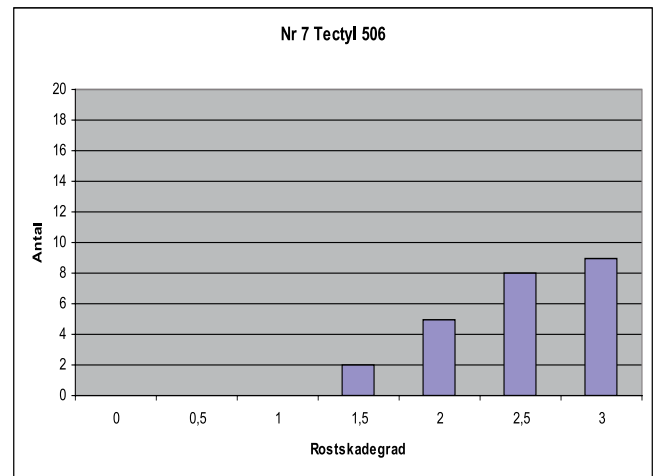


Diagram 38. Resultat för Tectyl 506 efter korrosionsprovning.

2 spikar med rostgrad 1,5, (ett fåtal stora rostfläckar).

5 spikar med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).

8 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).

9 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).

Mer än 70 % av spikarna hade omfattande eller mycket grava rostskador.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Tectyl 506.

Rostskyddsmedel nr. 8 Dinitrolpasta

Producent/leverantör: DaCar AB (före detta Dinol AB).

Medelvärde rostgrad 1,4.

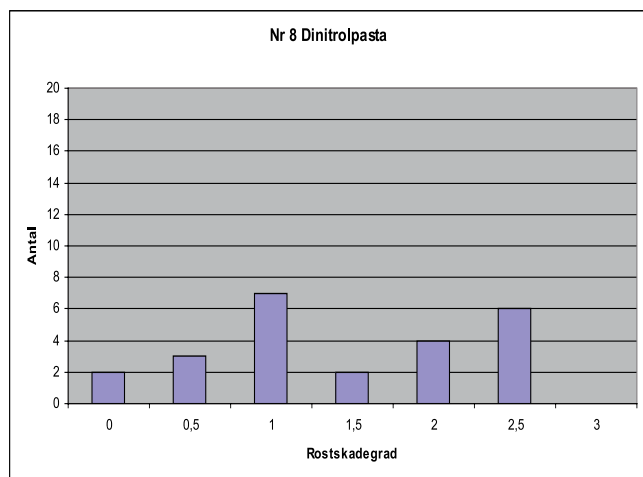
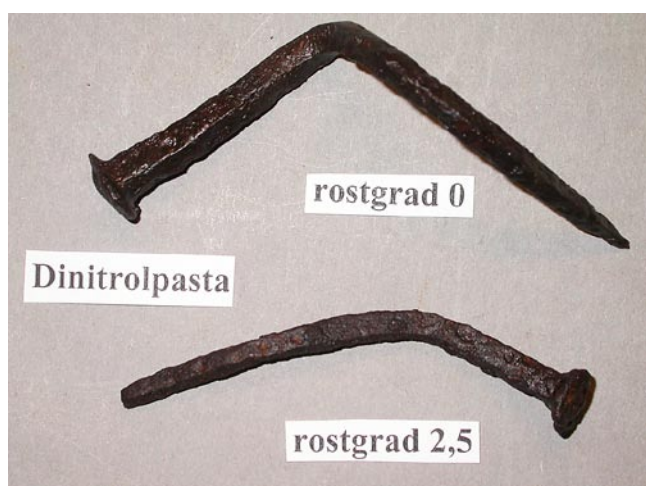


Diagram 39. Resultat för Dinitrolpasta efter korrosionsprovning.

2 spikar med rostgrad 0, (inga synliga rostskador).
3 spikar med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
7 spikar med rostgrad 1, (ett fåtal små rostfläckar).
2 spikar med rostgrad 1,5, (ett fåtal stora rostfläckar).
4 spikar med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).
6 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).
25 % av spikarna hade omfattande rostskador. Dinitrolpasta var det enda av de testade rostskyddsmedlen som inte hade några spikar med rostgrad 3. Två spikar som behandlats med Dinitrolpasta var de enda av provmaterialet som vid okulär besiktning var helt utan synliga skador.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Dinitrolpasta.

Rostskyddsmedel nr. 10 Mercasol 2

Producent/leverantör: Geveko Industri AB.

Medelvärde rostgrad 2,5.

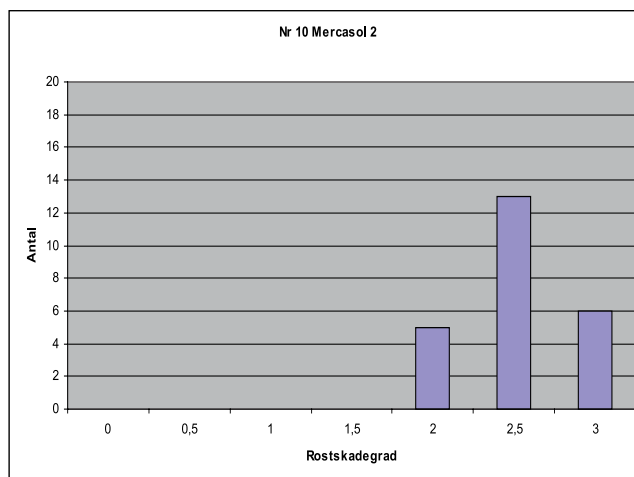


Diagram 40. Resultat för Mercasol 2 efter korrosionsprovning.

5 spikar med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).
13 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).
6 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).
Nästan 80 % av spikarna hade omfattande eller mycket grava rostskador.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Mercasol 2.

Rostskyddsmedel nr. 14 Shell Rimula X
 Producent/leverantör: AB Svenska Shell.
 Medelvärde rostgrad 2,2.

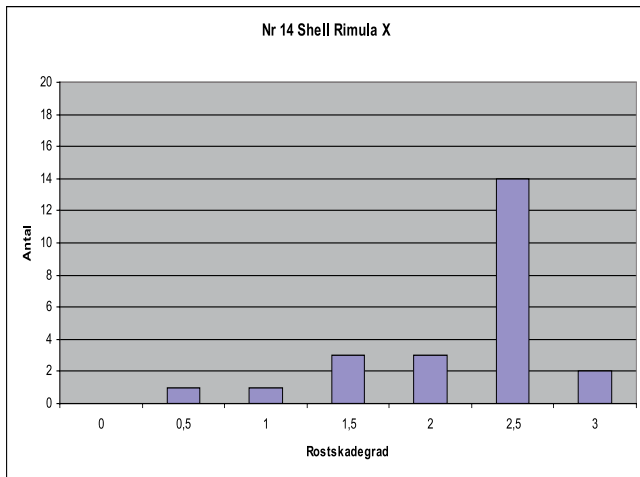


Diagram 41. Resultat för Shell Rimula X efter korrosionsprovning.

1 spik med rostgrad 0,5, (en mycket liten rostfläck).
 1 spik med rostgrad 1, (ett fåtal små rostfläckar).
 3 spikar med rostgrad 1,5, (ett fåtal stora rostfläckar).
 3 spikar med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).
 14 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).
 2 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).
 Mer än 65 % av spikarna hade omfattande rostskador eller mycket grava rostskador. Två spikar hade rostgrad 0,5 och 1.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Shell Rimula X.

Rostskyddsmedel nr. 15 Rostskydd 70
 Producent/leverantör: Lahega Kemi AB.
 Medelvärde rostgrad 2,5.

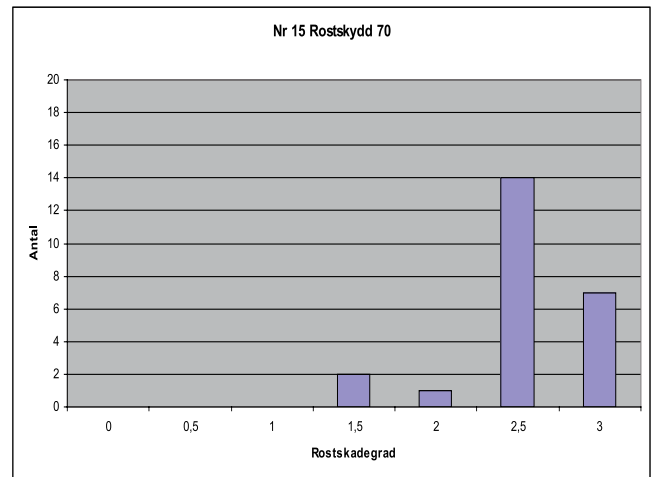


Diagram 42. Resultat för Rostskydd 70 efter korrosionsprovning.

2 spikar med rostgrad 1,5, (ett fåtal stora rostfläckar).
 1 spik med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).
 14 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).
 7 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).
 Nästan 90 % av spikarna hade omfattande eller mycket grava rostskador.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Rostskydd 70.

Rostskyddsmedel nr. 16 Isotrol grund

Producent: Bigner & Co AB; Leverantör: Introteknik AB.
Medelvärde rostgrad 2,7.

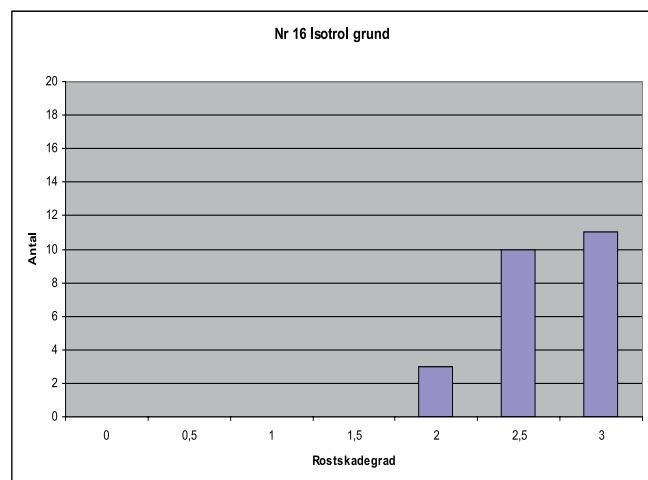


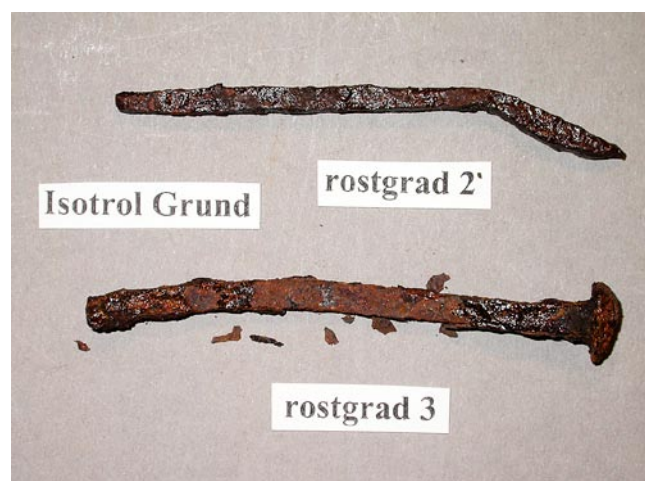
Diagram 43. Resultat för Isotrol Grund efter korrosionsprovning.

3 spikar med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).

10 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).

11 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).

Nästan 90 % av spikarna hade omfattande eller mycket grava rostskador.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som rostskyddsbehandlats med Isotrol Grund.

Rostskyddsmedel nr. 22 Mikrokristallint vax

Producent/leverantör: AB Svenska Shell.
Medelvärde rostgrad 2,6.

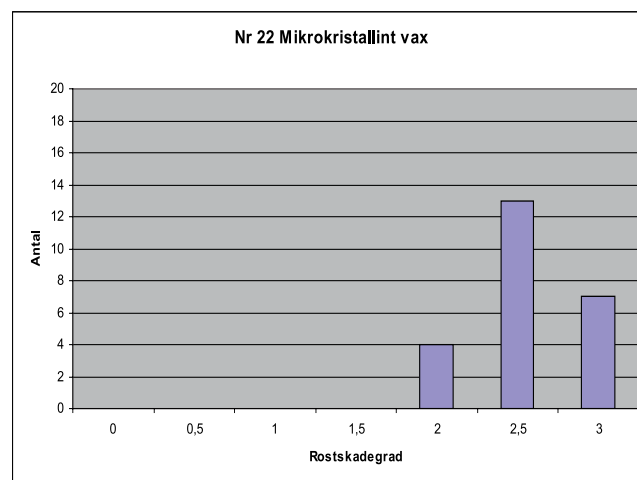


Diagram 44. Resultat för mikrokristallint vax efter korrosionsprovning.

4 spikar med rostgrad 2, (partier med mer omfattande rostskador).

13 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).

7 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).

Nästan 85 % av spikarna hade omfattande eller mycket grava rostskador.



Exempel på spikar, efter korrosionsprovning, som behandlats med mikrokristallint vax.

Nummer 20 Obehandlad referens

Medelvärde rostgrad 2,9.

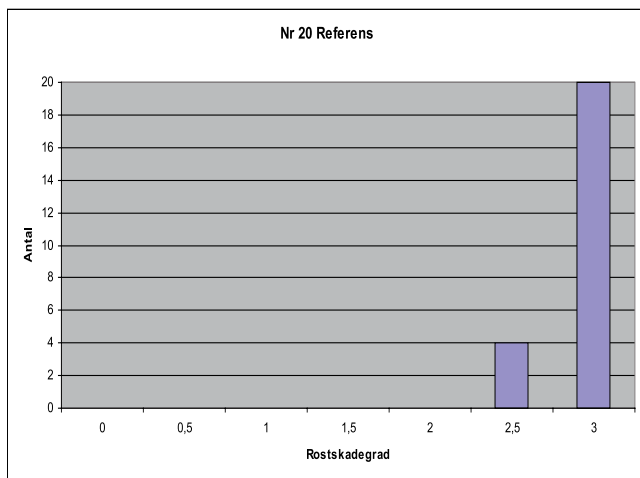


Diagram 45. Resultat för referenser efter korrosionsprovning.

2 spikar med rostgrad 2,5, (omfattande rostskador över hela spiken).

20 spikar med rostgrad 3, (mycket grava rostskador med kloriddroppar och/eller kraftig flagning).

100 % av spikarna hade omfattande eller mycket grava rostskador.

5. Diskussion

Rostskyddsmedel

Vi har undersökt ett urval av de produkter som finns på marknaden. Som tidigare har påpekats så finns det rostskyddsmedel framtagna för alla tänkbara områden, men dessvärre inte för kulturhistoriska föremål och i synnerhet inte för arkeologiska föremål. Arkeologiska föremål har en speciell problembild, (se kapitel 2.1).

En av målsättningarna var att finna ett miljövänligt rostskyddsmedel. Ett vattenbaserat medel, Tectyl 5006W, hamnade resultatmässigt ungefär mitt i fältet efter korrosionsprovningen av etnologiska materialet. Tectyl 5006W provades inte på det arkeologiska materialet eftersom det gav en vit ytfilm. Efter diskussion med en producent under testperiodens gång, tillkom en produkt, Dinitrol 970, som är vattenbaserad. Dessvärre hann vi inte testa Dinitrol 970 fullt ut, men de preliminära resultaten ser lovande ut. Dinitrol 970 provades inte på det arkeologiska järnet eftersom produkten, efter applicering, missfärgade ytan vit. Vattenbaserade, mer miljövänliga rostskyddsmedel innehåller mindre mängd eller inga organiska lösningsmedel. Det gör dem även mindre brandfarliga.

I vår strävan att försöka komma fram till gemensamma faktorer för de medel som har givit bäst resultat i våra tester har vi tittat på filmtjocklek, inträngningsförmåga samt torktid. Vi antog initialt att alla tre faktorerna skulle kunna påverka. Vad gäller filmtjocklek och inträngningsförmåga kunde vi inte se något samband mellan bra rostskyddsresultat och tjocka filmer respektive god inträngningsförmåga. Torktiden visade sig dock ha betydelse. De medel som uppvisade en kletig, icke torr yta under längst tid var också de som visade bäst resultat i våra rostskyddstest. Det i särklass kletigaste medlet var Dinitrolpasta.

Slutligen får man inte glömma att flera av de testade medlen inte är tillverkade för den typ av gamla föremål som vårt material tillhör. Vi sökte rostskyddsmedel som bäst motsvarade de kriterier vi har på medel som ska fungera bra att använda till kulturhistoriska föremål, (se kapitel 2.2). Vissa av rostskyddsmedlen är ursprungligen tillverkade för andra ändamål, till exempel olja till bilmotorer, rostskyddsbehandling av bilar och så vidare. Så även om medlet inte har fått bra resultat i vårt test kan det vara en utmärkt produkt till det medlet ursprungligen är avsett för.

Eftersom det förekommer uppvärmning av rostskyddsmedel, för att få dem mer lättflytande, undersökte vi om uppvärmning kan tänkas påverka rostskyddsmedlen eller

inte. De tillverkare som vi kontaktat avråder från att värma produkterna till temperaturer över 100°C. Inte ens producenterna kunde med säkerhet säga om den verksamma beståndsdelen i produkterna förändras vid uppvärmning. För de flesta lite mer vaxartade medel som vi har provat, räcker det med en försiktig värmning med en hårtork, det vill säga till maximalt 50°C, för att få medlet lite mer lättflytande. Samtliga rostskyddsmedel utom Dinitrol 25B, Tectyl 5006W samt Cortec VCI-386, verkar enligt våra värmetestar inte förändras strukturellt, men vi vill påpeka att det inte går att utläsa i våra värmetestar om rostskyddsförmågan förändras.

Etnologiskt material

Mätstationer

De fem olika mätstationernas klimat skiljer sig åt. Ett stabilt klimat med så små svängningar som möjligt i luftens relativa luftfuktighet, ger bättre förutsättningar för att metallen inte ska rosta.

Den mätstation med det stabilaste klimatet var Västra Stallet i Stockholm. Här var det inte stora variationer mellan natt och dag, inte heller mellan de olika årstiderna. Huset har tjocka ytterväggar av sten, oisolerat tak och otäta fönster. Västra stallet var också den mätstation där provkupongerna hade minst rostangrepp trots att mätstationen var placerad i Stockholms innerstad, med förmodat mycket luftföroreningar. Allt tyder på att husets konstruktion med sina tjocka stenväggar, som ger ett stabilt klimat, medverkade till att provkupongerna nästan inte rostade alls.

Den provstation som hade flest korrosionsangrepp på provkupongerna var den som var placerad i en källare i Landskrona. Här hade i stort sett samtliga kuponger rostangrepp. När man studerade klimatkurvorna såg man att klimatet varierade kraftigt mellan dag och natt. Denna typ av klimat utgör en stor påfrestning på järnet. Det som också spelar roll, men som vi inte har mätt, är mängden luftföroreningar i luften närmast föremålet.

De övriga mätstationerna hade alla klimatkurvor som liknade varandra med temperatur som gick upp under sommaren och luftfuktighet som gick ner, med enstaka korta fukttoppar. Vinter och vår låg den relativa luftfuktigheten på cirka 70 %, utom i Grövelsjön där det var något fuktigare. Vår och försommar skiftade det mest mellan dag och natt.

Resultat av test

Generellt visade det sig att flertalet av de industriellt framtagna rostskyddsmedlen klarade sig bra i testet. Flertalet av medlen uppvisade endast små rostangrepp efter den tvååriga testperioden. De flesta gav sålunda ett tillräckligt gott rostskydd, även om det inte fanns något medel som klarade sig helt utan anmärkning. Det finns däremot andra egenskaper förutom rostskydd som man bör beakta när man bedömer helheten hos ett medel, till exempel missfärgning och hur lätt det är att hantera, (se kapitel 3.3). Det rostskyddsmedel som genomgående fick bäst resultat på de testade järnkupongerna var Dinitrolpastan följt av Shell Ensis SX.

Dinitrolpastan hade i princip inga synliga rostangrepp på testkupongerna. Däremot fanns det andra nackdelar med medlet. Det är tämligen kletigt och det tar lång tid för medlet att torka. Detta gör att smuts lätt samlas på ytan, vilket kan vara negativt i ett längre perspektiv. Efter två år var flera av kupongerna med Dinitrolpasta fortfarande kladdiga. En fråga som därför uppstod var om det är just denna egenskap som gör att medlet skyddar så bra mot rost. Men vad händer när medlet väl är torrt, rostar det snabbt då? För att få svar på detta behöver kupongerna testas i mer än två år.

Den traditionella linoljan var det medel som klarade sig sämst i våra tester. Linolja i sig innehåller ingen inhibitor, vilket är en av förklaringarna. Vid ett kontrollerat stabilt och torrt inomhusklimat räcker linoljan möjligen till som rostskyddsmedel, men som rostskydd till föremål som förvaras i kallförråd och utomhus är den inte tillräcklig som rostskydd om man inte kan underhålla föremålen med täta regelbundna intervall. Till linoljans nackdelar hör också att den är svår att avlägsna och den är hygroskopisk, det vill säga att den suger åt sig vatten.

Till linoljans fördelar hör är att den är lätt att arbeta med och att den är miljövänlig. Vill man av någon anledning i framtiden måla sitt föremål går det bra att måla med en linoljefärg om föremålet tidigare är behandlat med linolja. De flesta av de andra rostskyddsmedlen är det svårare att göra det med, då det krävs en noggrann rengöring.

Dinitrol 4010 klarade rostskyddstestet bra. Det är däremot inte lämpligt till kulturhistoriskt material i och med att det innehåller polymerer där molekylerna kan ”korsbinda”, vilket gör att medlet inte går att avlägsna. Reversibilitet är ett krav man måste ställa på material när man arbetar med historiska föremål.

De sprayer som vi testade visade sig vara ganska svåra att hantera. Framförallt är det svårt att få en jämn yta, antingen kommer det för mycket eller för lite. Här var Rostskydd 70 dock aningen lättare att hantera än de övriga två sprayerna. Rostskydd 70 var även den spray som klarade korrosionstestet bäst.

Ett av syftena med testet var också att undersöka vilka miljövänliga alternativ som finns på marknaden. Förutom linoljan hade vi med ett medel, Tectyl 5006W som är vattenbaserat. Det hamnade i gruppen bland de åtta bästa av nitton testade medel.

Ett annat medel som också marknadsförs som miljöalternativ är Dinitrol 970. Det tillkom efter att ordinarie testperiod startat. Vi ville göra en test även på detta medel och gjorde därför ett kompletterande kortare utomhustest som redovisas separat. Testet gjordes endast på två mätstationer som innehöll tre olika rostskyddsmedel som fick hänga utomhus under ca ett halvt år, dels i Stockholms innerstad och dels på Sydkoster på västkusten. Resultatet blev mycket intressant. Dinitrol 970 var det medel som klarade sig bäst av de tre medlen på båda ställena, bättre än Dinitrolpastan, som annars var det medel som varit bäst i test under det ”ordinarie testet”. Att ett miljöalternativ klarade sig så pass bra känns hoppfullt och detta medel bör studeras närmre.

KONTINUERLIGT UNDERHÅLL

Det man kan konstatera är att det inte finns något medel som ger ett rostskydd som varar för evigt, utan det är helt nödvändigt att ha ett kontinuerligt underhåll. Schemalägg gärna magasinogenomgångar och rostskyddsbehandlingar, så att det byggs upp en rutin runt insatserna. På så sätt märker man tidigt om det uppkommit nya rostangrepp. Har man ett kontinuerligt underhåll kan man göra små insatser efter hand och man slipper att göra stora ingrepp när det visar sig att rostangreppet pågått så länge att föremålen är i mycket dåligt skick.

Arkeologiskt järn

Korrosionsprovning av obehandlat arkeologiskt järn

Efter exponeringen i 90 % relativ luftfuktighet fick alla spikarna mycket grava rostskador med kraftig flagning av ytan och i de flesta fall även kloriddroppar. Det var ingen större skillnad på referenserna och de preparerade spikarna. En bidragande orsak till de grava rostskadorna var att spikarna var helt obearbetade och hade kvar det yttre rostskiktet som innehåller en hel del salter.

Arkeologiska järnföremål med rostskador kommer ibland in för sent för att man ska hinna utföra en regelrätt konservering inför utställningar. Vi har då behandlat föremålen med rostskyddsmedel i hopp om att de ska klara en tidsbegränsad utställning. Eftersom den accelererade provningen gjordes i 90 % relativ luftfuktighet, speglar den förhoppningsvis inte verkligheten i en museiutställning. Det kan vara intressant att i ett framtida projekt undersöka rostskyddsmedlens effekt på arkeologiska järnföremål vid lägre relativ luftfuktighet.

Korrosionsprovning av urlakat arkeologiskt järn

I samband med de förberedande urlakningarna av de jordfunna spikarna i vatten, provades olika tillsatser för att skydda järnet från att rosta. Ett ämne som bildar en täckande beläggning på järnföremålets yta förhindrar också till viss del avlägsning av klorider. Urlakningarna med tillsatser av fosfater var de metoder som urlakade klorider sämst. Det samma gäller Dinitrol 510 som innehåller aminer som komplexbinder järn och på så sätt bildar ett skyddande skikt. Det verkar som om ett högt pH-värde i lakvattnet leder till ett skörare ytskikt med flagning av ytan som följd. Detta noterades i samband med urlakningen med tillsats av natriumhydroxid som hade ett pH-värde på ungefär 12,5. Skillnaden i rostgrad mellan de fem olika urlakningarna var inte speciellt stor, endast ungefär 15–16 % mellan bästa och sämsta värde.

Provningsen av rostskyddsmedel av det urlakade järnet gjordes på två grupper av spik, en grupp där det yttre rostlagret avlägsnats och en grupp där rostskiktet lämnats intakt. Det blev något bättre resultat för de spikar som blåstrats rena från det tjocka rostlagret. Det tyder på att urlakningarna inte förmått avlägsna klorider lika effektivt ur ett tjockare rostlager.

Samtliga korrosionsprovningar av det arkeologiska järnet gjordes i klimatkammare vid 90 % relativ luftfuktighet och vid varierande relativ luftfuktighet, 90 % och 10 %, i intervaller. Accelererad provning i klimatkammare går ut på att pressa provmaterialet under relativt kort tid och på så sätt få resultat som annars skulle ta flera år. Problemet med denna metod är att den inte helt speglar verkligheten.

Det urlakade arkeologiska järnet klarade korrosionsprovningen bättre än det inte urlakade materialet. Referensspikarna, som inte preparerats med rostskyddsmedel, hade genomgående de kraftigaste rostskadorna. Inget rostskyddsmedel lyckades helt förhindra uppkomst av rost. De produkter som blev bäst i korrosionsprovningen var Dinitrolpastan, Shell Rimula X, Shell Ensis TX och Dinitrol 77 B. Gemensamt för dessa rostskyddsmedel är att de är relativt tjocka och kletiga. Då det gäller de två medel som klarade sig allra bäst, Dinitrolpastan och Shell Rimula X, var dessa fortfarande klibbiga efter exponeringstidens slut. Nackdelen med dessa tjocka rostskyddsmedel är den dåliga inträngningsförmågan i spalter. De två rostskyddsmedel som klarade sig sämst vid korrosionsprovningen, Dinitrol 81 och Isotrol Grund, är båda tunnflytande och har en bra inträngningsförmåga. Båda dessa produkter torkar rätt snabbt och bildar en hård torr yta. Det verkar inte som om en god uppsugningsförmåga har så stor betydelse för resultatet av korrosionsprovningen på arkeologiskt järn. Däremot tycks en ytfilm som förblir kletig, oljig eller vaxig kunna vara en fördel för rostskyddsmedlets effekt.

Mikrokristallint vax innehåller ingen korrosionsinhibitor, utan verkar enbart genom att som ett vaxigt lager skydda

järnet från fukt och syre. Trots den vaxiga ytan var mikrokristallint vax en av de tre sämsta i korrosionsprovningen.

Hur bra fungerar de olika rostskyddsmedlen tillsammans med de olika urlakningsmetoderna? Hur påverkar pH-värdet de olika produkternas effekt? Vi kunde, hos de fyra rostskyddsmedel som klarat sig bäst i test, inte se något klart samband med pH-värdet. Dinitrolpastan, som var den produkt som klarade korrosionsprovningarna bäst, hade något lägre rostgrad hos de spikar som urlakats med tillsats av fosfatbuffert följt av enbart avjoniserat vatten. Skillnaden mellan de olika urlakningarna är liten.

Dinitrol 970, en vattenbaserad produkt, provades endast på spikar som urlakats med tillsats av Dinitrol 510. Vid denna provning fick många av de övriga rostskyddsmedlen bättre resultat än Dinitrol 970, vilken placerade sig ungefär i mitten på rostskadeskalan. Dinitrol 970 är ett miljövänligt alternativ och är därför värd att testas vidare i samband med framtida korrosionsprovningar.

Slutsatsen är att urlakning för att avlägsna klorider är den viktigaste åtgärden för att bevara arkeologiskt järn. Dinitrolpastan var det i särklass bästa rostskyddsmedlet för arkeologiskt järn.

Slutsatser

Rostskyddsmedel som förblev kletiga under lång tid efter applicering klarade sig bäst under korrosionsprovningen av både provkupper och arkeologiskt järn. Dinitrolpastan, som var den kletigaste produkten, var det rostskyddsmedel som klarade sig bäst både på det etnologiska och det arkeologiska järnet.

Rostskyddsmedel som torkade snabbt och fick en torr hård yta, klarade sig sämst i korrosionstesterna av både provkupper och det arkeologiska järnet.

Inget av rostskyddsprodukterna är speciellt tillverkad för att användas till kulturhistoriskt järn. De flesta medlen är framtagna som rostskydd av bilar, maskiner och för transporter. Isotrol Grund, som var en av de produkter som var sämst i våra tester, är en grundfärg som är framtagen för att användas tillsammans med en ytfärg.

För att behandlingen med rostskyddsmedel ska ha effekt, måste den för arkeologiskt järn, föregås av urlakning av klorider. Avlägsning av tjocka rostskikt underlättar urlakningen. Trots urlakning av klorider kan inte något rostskyddsmedel skydda arkeologiskt järn lika bra som det skyddar det etnologiska järnet. 25 % av de arkeologiska spikar som behandlats med Dinitrolpasta, som var bäst i test, hade omfattande rostskador, under det att nästan alla provkupper som preparerats med Dinitrolpasta hade klarat sig helt utan rostskador.

Dinitrol 970, ett vattenbaserat rostskyddsmedel, klarade exponering bäst av de rostskyddsmedel, som ingick i den kompletterande utomhusstudien. Det känns viktigt med fortsatta undersökningar av de vattenbaserade, och därmed mer miljövänliga produkterna.

6. Litteraturlista

- Ailor, W.H., Coburn S.K., 1971, *Handbook on corrosion testing and evaluation*, p. 475-489, John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Allen, R.F., Baldini, N.C., Gutman, E.L., Keefe, E., Leinweber, C.M., Mayer, V.A., McGee, P.A., Peters, K.A., Sandler, T.J., Whealen, E.A., Wilhelm, R.F., 2001, *Annual book of ASTM standards*, Section three, Metal test methods and analytical procedures, vol. 03.02, Wear and erosion; Metal corrosion, p. 1-8, 70-73, 161-168, 174-177, 240-243, 380-385, 395-398, 427-434 and 435-441, American society for testing and materials, West Conshohocken, PA.
- Andersson, J. och Noldal, H., 1985, *Miljöfarligt avfall vid rostskydd*, Miljö- och Hälsoskyddsförvaltningen, Göteborg.
- Baboian, R., 1995, *Corrosion tests and standards: Application and interpretation*, chap. 8, 11, 28, 29, 41 och 47, American society for testing and materials, Philadelphia, PA.
- Baldini, N.C., Bernhardt, L., Gutman, E.L., Kauffman, S.L., Kramer, J.G., Leinweber, C.M., Mayer, V.A., McGee, P.A., Quinzi, F., Sandler, T.J., Wilhelm, R.F., 1996, *ASTM Standards for Corrosion Testing of Metals*, Second edition, p. 229-231, 232-240, 301-302, 331-333, 334-335, ASTM 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA.
- Bradford, S.A., 1993, *Corrosion Inhibitors*, p. 235-246, Corrosion Control, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Brunskog, M., 1992, *Nytt ljus över gammal rost*, Nordiska Museet, Stockholm.
- Carlsson, B., 2002, *Jämförelse av tillgängliga rostskyddssystem för kulturmiljövård – Resultat av accelererad korrosionsprovning*, SP Sveriges Provnings-och Forskningsinstitut, SP Rapport 2002:07, Borås.
- Chawla, S.L. and Gupta, R.K., 1993, *Corrosion Inhibitors*, p. 381-391, *Materials Selection for Corrosion Control*, ASM International, Materials Park.
- Dahl, L., 1992, *Korrosionsinhibitorer för vatten och olja – en översikt*, Korrosionsinstitutet, Stockholm.
- Donovan, P.D., 1986, *Protection of metals from corrosion in storage and transit*, p. 15-23, 24-39, 170-216, Ellis Horwood limited, Chichester.
- Jones, D.A., 1992, *Principles and Prevention of Corrosion*, New York.
- Kuznetsov, Y.I., 1996, *Corrosion Inhibitors based on Complexing Agents*, p. 173-269, *Organic Inhibitors of Corrosion of Metals*, Plenum Press, New York.
- Mattsson, E., 1992, *Elektrokemi och korrosionslära*, Korrosionsinstitutet, Stockholm.
- Rendahl, B., 1992, *Temporärt korrosionsskydd under transport och lagring*, Korrosionsinstitutet, Stockholm.
- Rozenfeld, I.L., 1981, *Protective properties of inhibitors in neutral electrolytes*, p. 145-196, 300-313, *Corrosion Inhibitors*, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Schweitzer, P.A., 1996, *Corrosion Inhibitors*, p. 555-561, *Corrosion Engineering Handbook*, Marcel Dekker Inc., New York.
- Sheir, L.L., 1994, *Corrosion, vol. 2 Corrosion Control*, chap. 17, Butterworth Heinemann, London.
- Thomson, B. and Campion, R.P., 2000, *Testing of Polymeric Materials for Corrosion Control*, p. 1151-1159, *Uhlig's Corrosion Handbook*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Uhlig, H.H., 1971, *Inhibitors and Passivators*, p. 257-271, *Corrosion and Corrosion Control*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Winston Revie, R., 2000, *Uhlig's Corrosion handbook*, p. 739-749, 834-836, 853-862, 1089-1145, 1151-1159, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Bilagor

Bilaga 1. Sammanställning av enkätsvar

Syftet med enkäten

För att kartlägga vilka behov och erfarenheter av rostskyddsmedel det finns ute i landets hembygdsföreningar och olika museer, satte vi samman en enkät där vi bad folk som arbetar med och/eller ansvarar för järnföremål att svara på ett antal frågor om rostskyddsmedel.

Enkät

Vi ville i huvudsak veta i vilken omfattning det används rostskyddsmedel och vilka produkter som i så fall är vanligast, samt vilka erfarenheter folk har av de olika produkterna.

Vi var intresserade både av kommersiella produkter och av beprövade ”hemgjorda” recept. Ett upprop i Hembygdsrörelsens tidning Bygd och Natur uppmanade även personer att höra av sig om de hade tips och förslag på rostskyddsmedelsrecept som vi kunde få ta del av.

Målgrupper för enkäten

Vi hade olika målgrupper för vår enkät, dels hembygdsföreningar som har metallföremål i sina samlingar och dels museer, med stora eller små samlingar, med eller utan anställd konservator. Vi skickade även enkäten till konservatorer utan anknytning till något museum, men som arbetar med metallföremål.

Hur gjordes urvalet

Med hjälp av listor från Sveriges Hembygdsförbund gjordes ett urval av hembygdsföreningar som representerar olika delar av landet och som är lokaliserade i olika klimatzoner, det vill säga: både från områden med torrt inlandsklimat och från områden med salta havsvindar och mycket fukt samt från områden med förmodat förorenad stadsluft.

Likaså valde vi, med utgångspunkt från listorna, ut de föreningar som kan antas ha mycket järnföremål i samlingarna, t.ex. jordbruksbetonade museer, samlingar från tidig industrialism och järnhantering.

Hur många svarade ?

Totalt skickades det ut tvåhundra enkäter. Av dem gick fyrtio enkäter till museer, både till statliga och regionala museer, hembygds- och museer räknades inte in i denna grupp, med samlingar av i huvudsak kulturhistoriskt material. I denna grupp ingick även utskick till konserveringsinstitutioner. Av dessa fyrtio enkäter fick vi in fjorton svar. Ethundrasextio

enkäter gick till olika hembygdsföreningar. Av dessa svarade tjugoen föreningar. Antalet som svarade på uppropet i Bygd & Natur, eller som på annat sätt uppmärksammade vårt intresse för rostskyddsmedel var tio stycken.

Resultat av enkätsvar

Gruppen Museer/konservatorer

Samtliga svarande från gruppen museer/konservatorer uppgav att de använde någon slags rostskyddsmedel. En stor majoritet av de svarande museerna har en konservator anställd.

Majoriteten av konservatorerna använde någon typ av Dinolprodukt: Dinitrol 4010, Dinitrol 81 samt Dinitrolpasta. Någon använde även enbart mikrokristallint vax eller paraffinolja. Utöver detta användes det: 5-56, Tectyl 894, Tectyl 806 och CanTrust. Ofta använde man olika medel för olika typer av föremål och tillfälle.

Gruppen Hembygdsföreningar

Majoriteten av de 21 föreningar som svarade angav att de inte använde något rostskyddsmedel. Åtta stycken svarare att de använde någon typ av produkt. Fyra stycken av dessa åtta använde linolja, i huvudsak rå kallpressad linolja. Någon använde även kokt linolja och några blandade upp linoljan med terpentin. Övriga använda medel var: Dinitrolpasta, 5-56, Isotrol och Ferryl.

Gruppen övriga

Av dessa tio förordade sju stycken linolja, både rå och kokt och även med terpentin. Andra medel som också användes var: motorolja, tannin, Tectyl, bivax och s.k. rostomvandlare (inför ommålning). Flera personer kontaktade också oss för att tipsa om olika ”blandningar” som skulle kunna tänkas fungera, men som aldrig provats av de kontaktade personerna, t.ex. butylgummi löst i lösningsmedel, dammarharts löst i toluen, melass samt kimrök i kokt linolja.

Erfarenheter av de olika medlen

Både när det gäller Dinolprodukterna, speciellt Dinitrolpasta, och Tectylprodukterna angavs att föremålen upplevdes få en något färgförändrad mörkare yta. Dinitrolpastan upplevdes också som klibbig längre tid än de övriga medlen.

De flesta i gruppen museer/konservatorer uppgav att de använde rostskyddsmedel i förebyggande syfte, medan några oftast använde sådana ”efter behov”, det vill säga när föremålen redan börjat rosta.

Några konservatorer sa att de använde rostskyddsmedel mycket sparsamt och främst som ”uppfräschning” inför utställningar. De framhöll att de försökte arbeta så att föremålen istället förvarades på ett sådant sätt att de inte rostade.

De som använde linolja, vilket i huvudsak var hembygdsföreningarna, beskrev att de utförde behandlingen vid behov, det vill säga när föremålen har börjat rosta. Linoljan upplevdes som lätt att applicera och klibbade endast under kort tid och gav inga färgförändringar. Någon uppgav att den var svår att avlägsna.

En uppgiftslämnare beskrev att man först tvättade ytan med balsamterpentin och sedan strök på linoljan. Annars verkade det vara vanligt att blanda upp den kokta linoljan med balsamterpentin och sedan stryka på med pensel.

Sammanfattning

Med tanke på hur många enkäter vi skickade ut, både via brev och via e-mail, var svarandefrekvensen ganska låg. Om

detta berodde på att folk inte ville eller inte kunde svara på vår enkät är svårt att spekulera i.

En sak som framkom av svaren var att det var de museer som har en konservator anställd som hade den största svarsfrekvensen. Ett rimligt antagande utifrån det kan vara, att finns det en konservator på ett museum, så används rostskyddsmedel i större omfattning än om det inte finns en konservator. Det är antagligen så, att om det inte finns någon som har till uppgift att aktivt vårda föremålen, så blir det heller inte utfört, åtminstone inte på ett strukturerat och genomtänkt sätt.

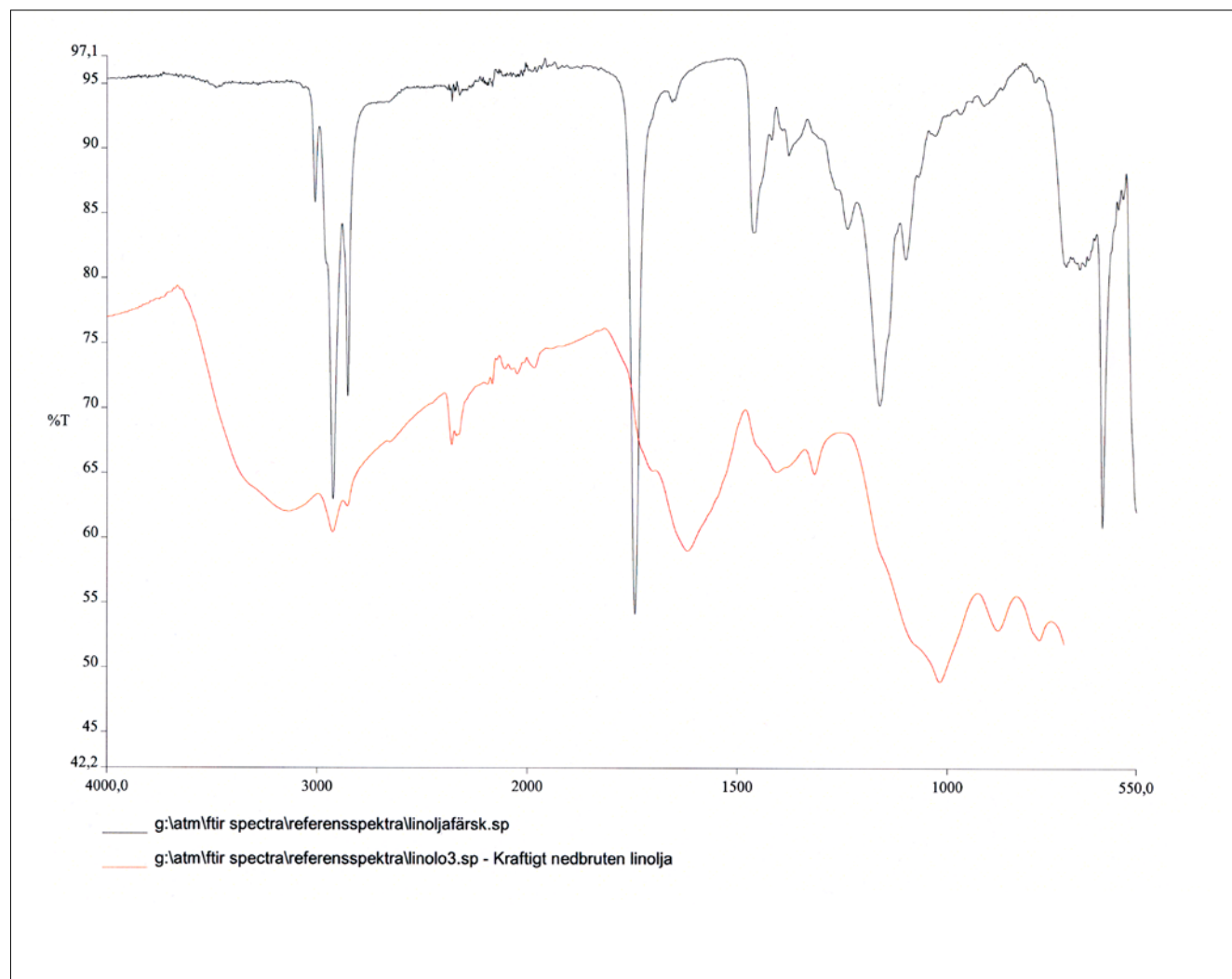
Hembygdsföreningar arbetar ofta ideellt och medlemmarna har inte alltid tid och pengar för ett kontinuerligt underhåll. Flera föreningar upplevde ibland att det var övermäktigt att hålla hus och föremål i gott skick.

Med tanke på detta kändes det viktigt att undersöka vilka produkter som är lätta att använda och som står emot rostangrepp längst.

Bilaga 2. FTIR-diagram

Linolja

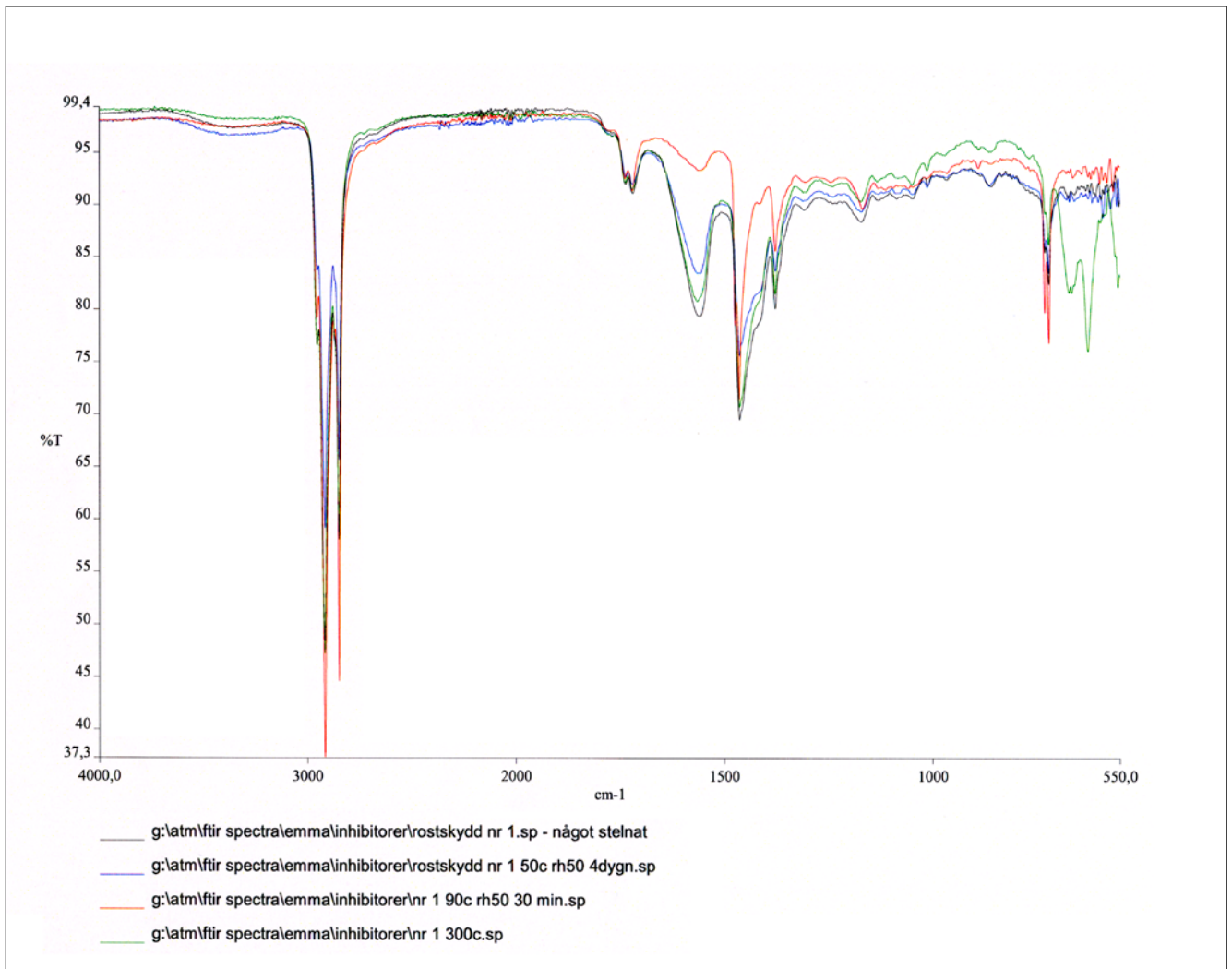
Exempel på FTIR-kurva för färsk respektive gammal, nedbruten linolja:



1 färsk linolja (Nr 1 motsvarar det övre strecket)

2 nedbruten linolja

Rostskyddsmedel nr. 1 Dinitrol 77 B



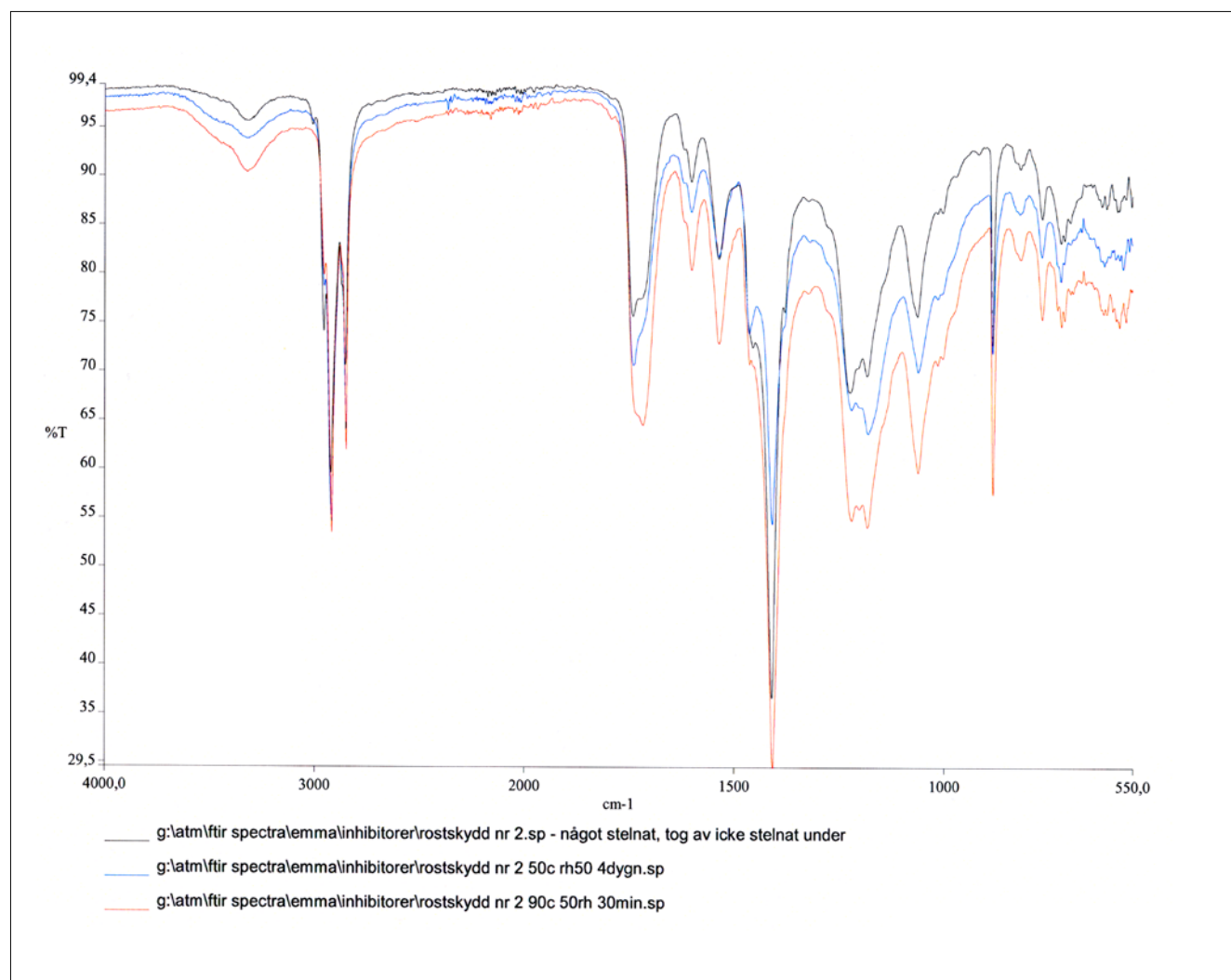
1 ouppvärt prov

2 värmt 50°C

3 värmt 90°C

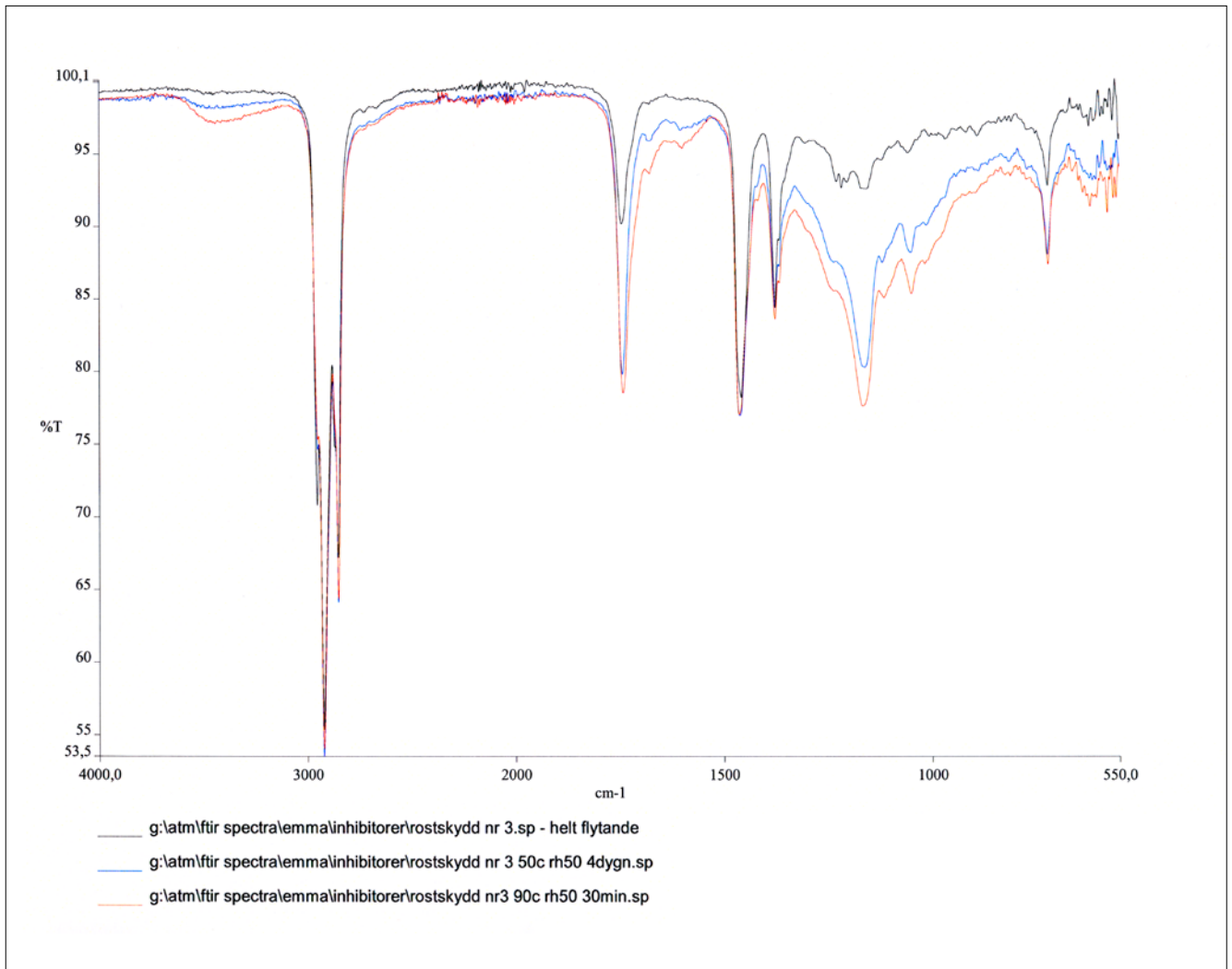
4 värmt 300°C

Rostskyddsmedel nr. 2 Dinitrol 4010



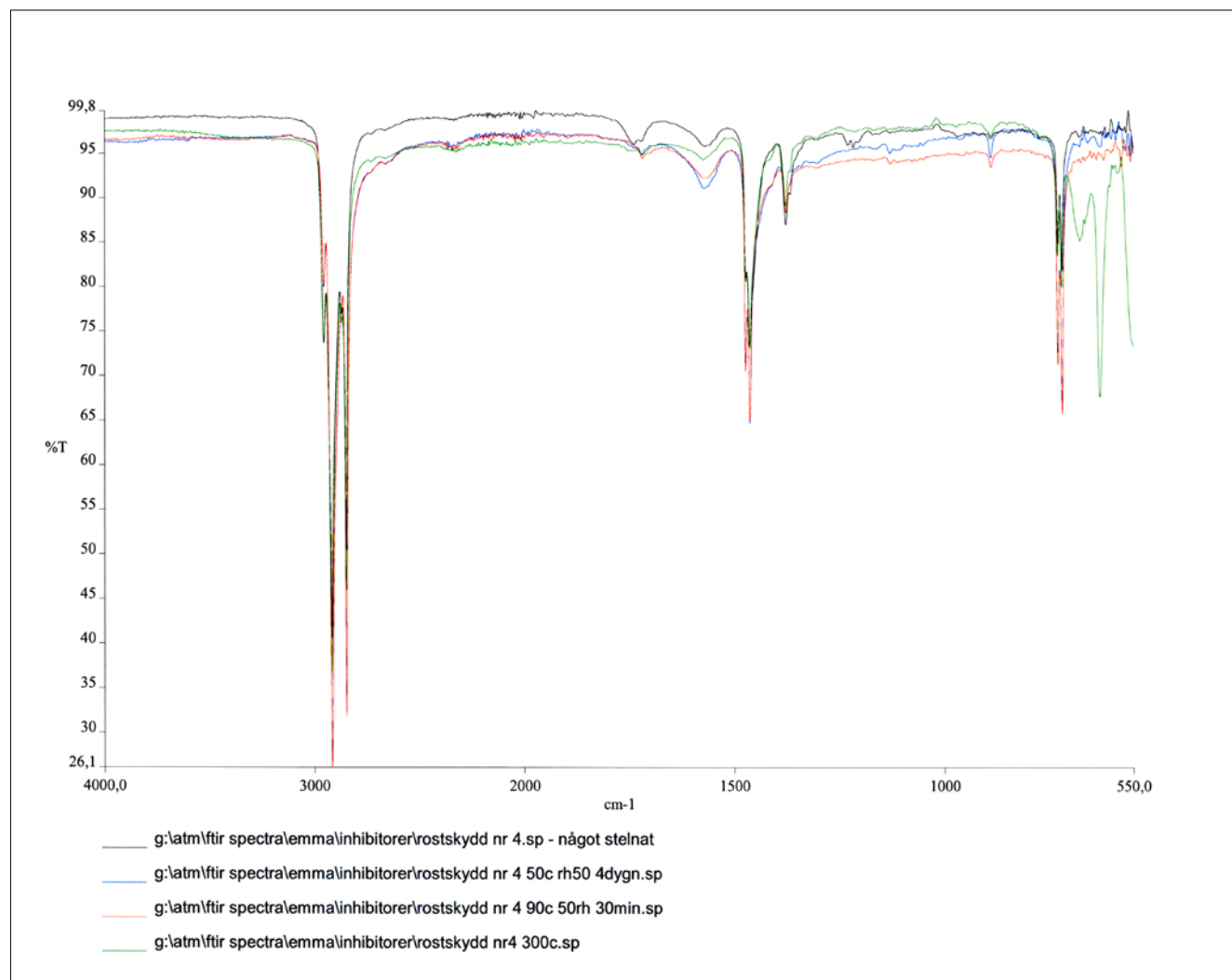
- 1 ouppvärt prov
- 2 värmt 50°C
- 3 värmt 90°C

Rostskyddsmedel nr.3 Dinitrol 25 B



- 1 ouppvämt prov
- 2 värmt 50°C
- 3 värmt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 4 Dinitrol 81



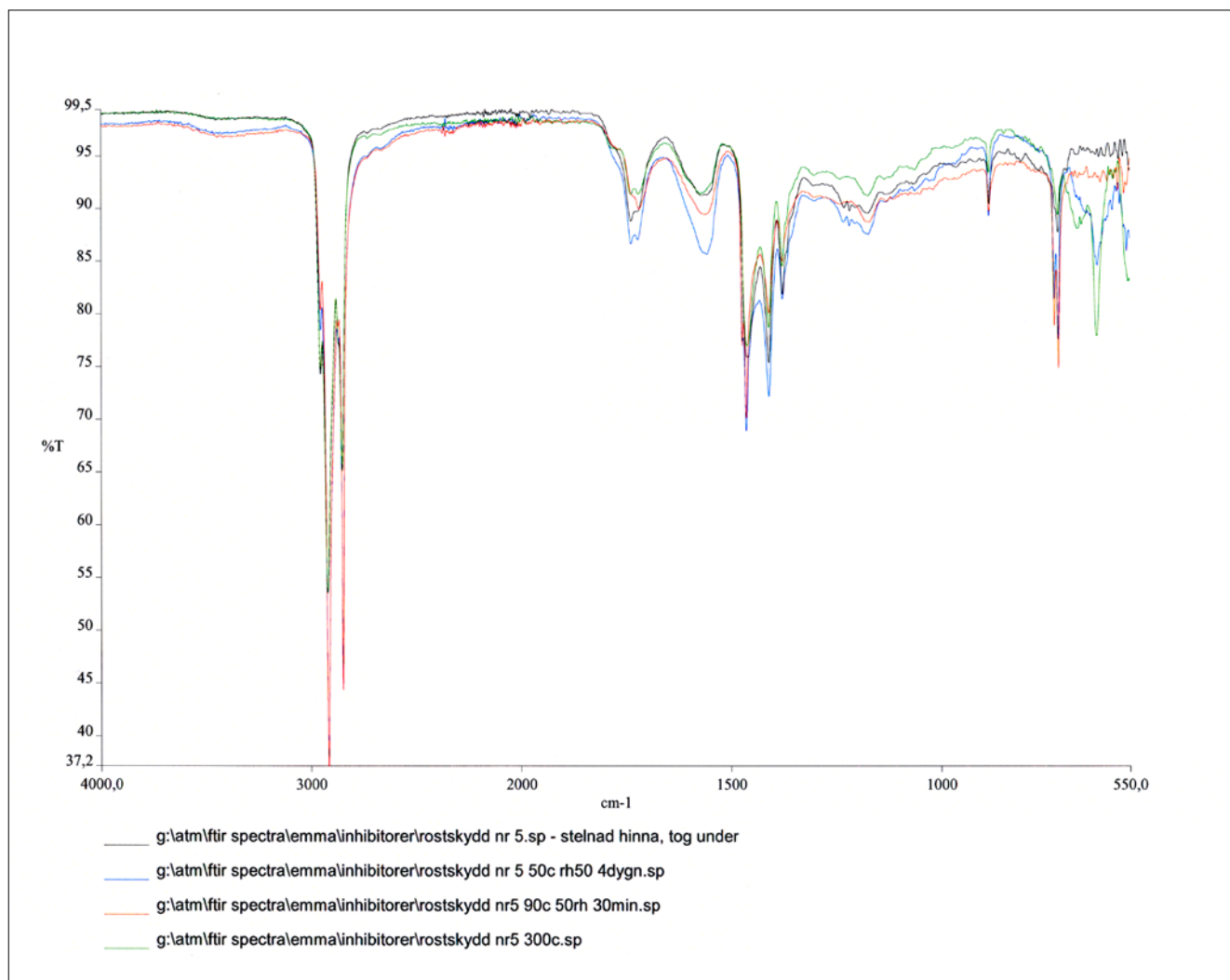
1 uppvärmt prov

2 värmt 50°C

3 värmt 90°C

4 värmt 300°C

Rostskyddsmedel nr. 5 Shell Ensis TX



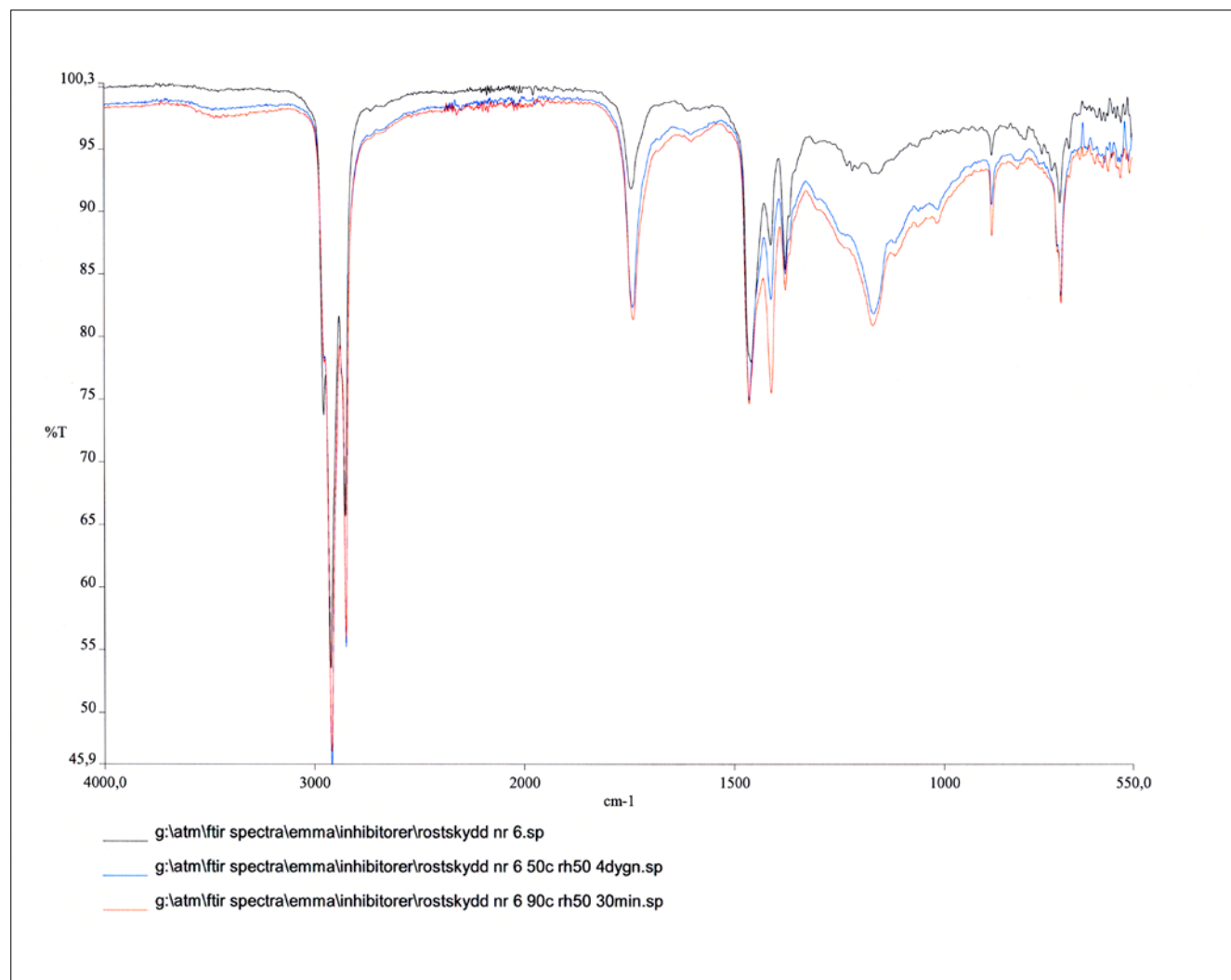
1 ouppvärt prov

2 värmt 50°C

3 värmt 90°C

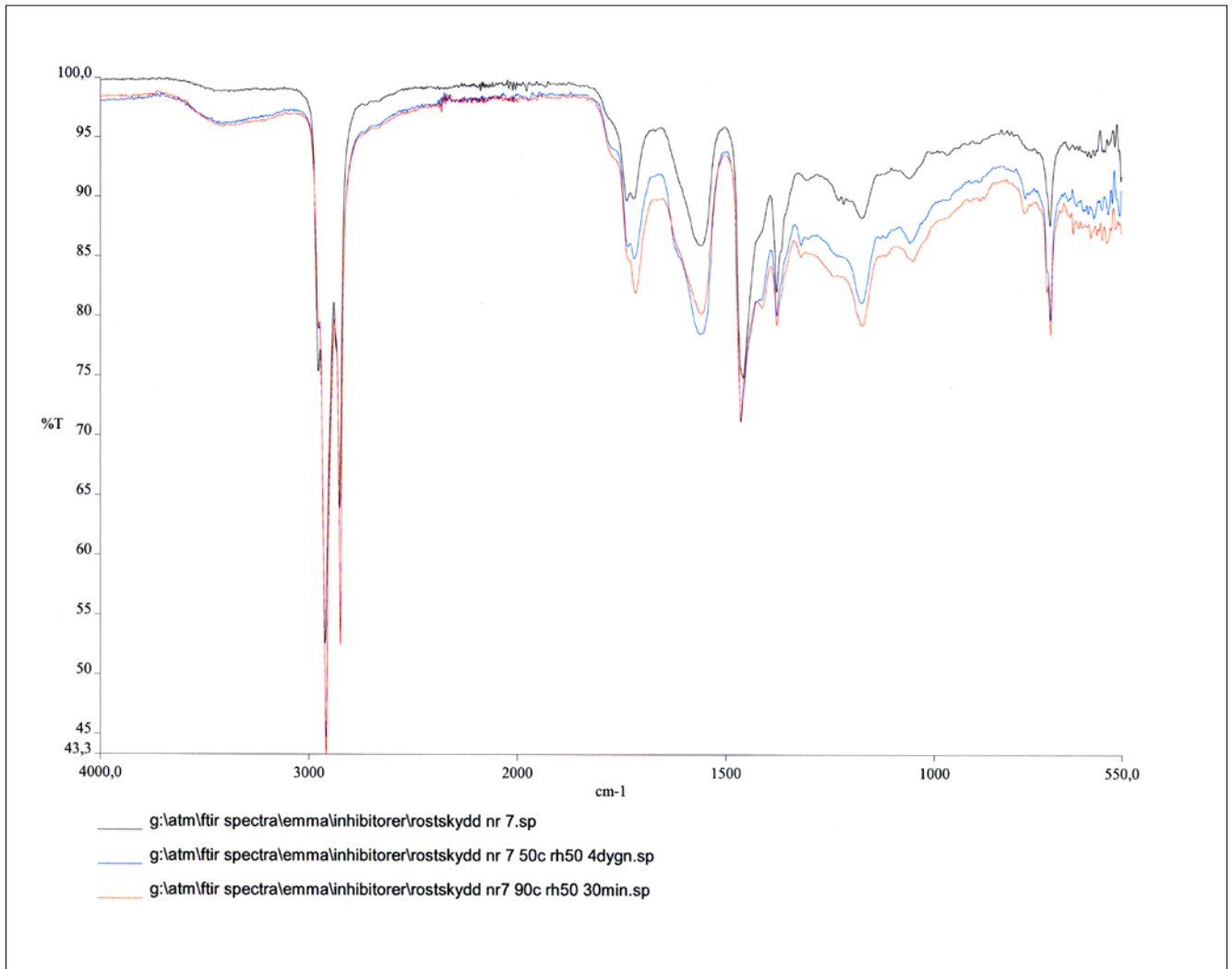
4 värmt 300°C

Rostskyddsmedel nr. 6 Shell Ensis SX



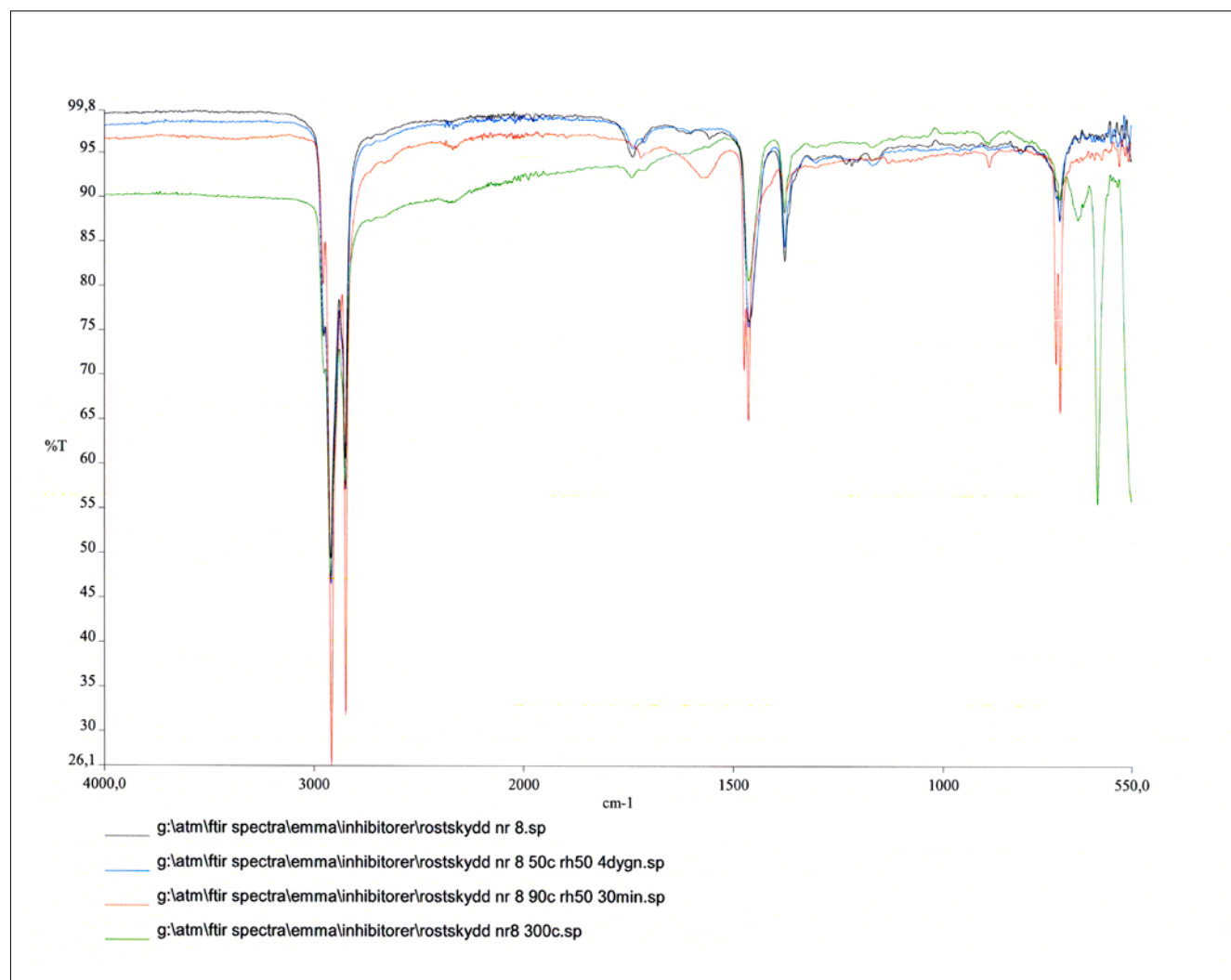
- 1 ouppvärt prov
- 2 värt 50°C
- 3 värt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 7 Tectyl 506



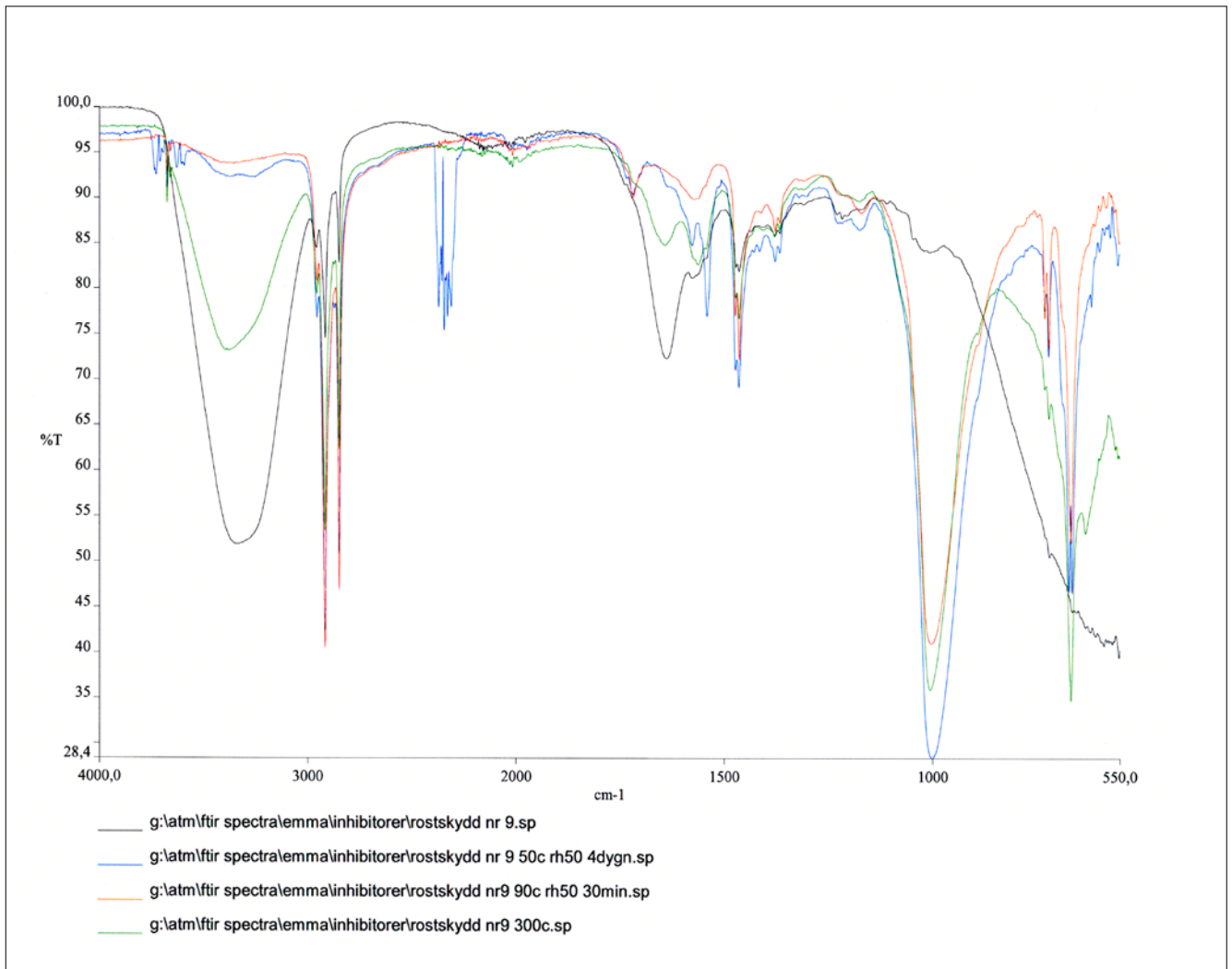
- 1 ouppvärt prov
- 2 värmt 50°C
- 3 värmt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 8 Dinitrolpasta



- 1 uppvärmt prov
- 2 värmt 50°C
- 3 värmt 90°C
- 4 värmt 300°C

Rostskyddsmedel nr. 9 Tectyl 5006 W



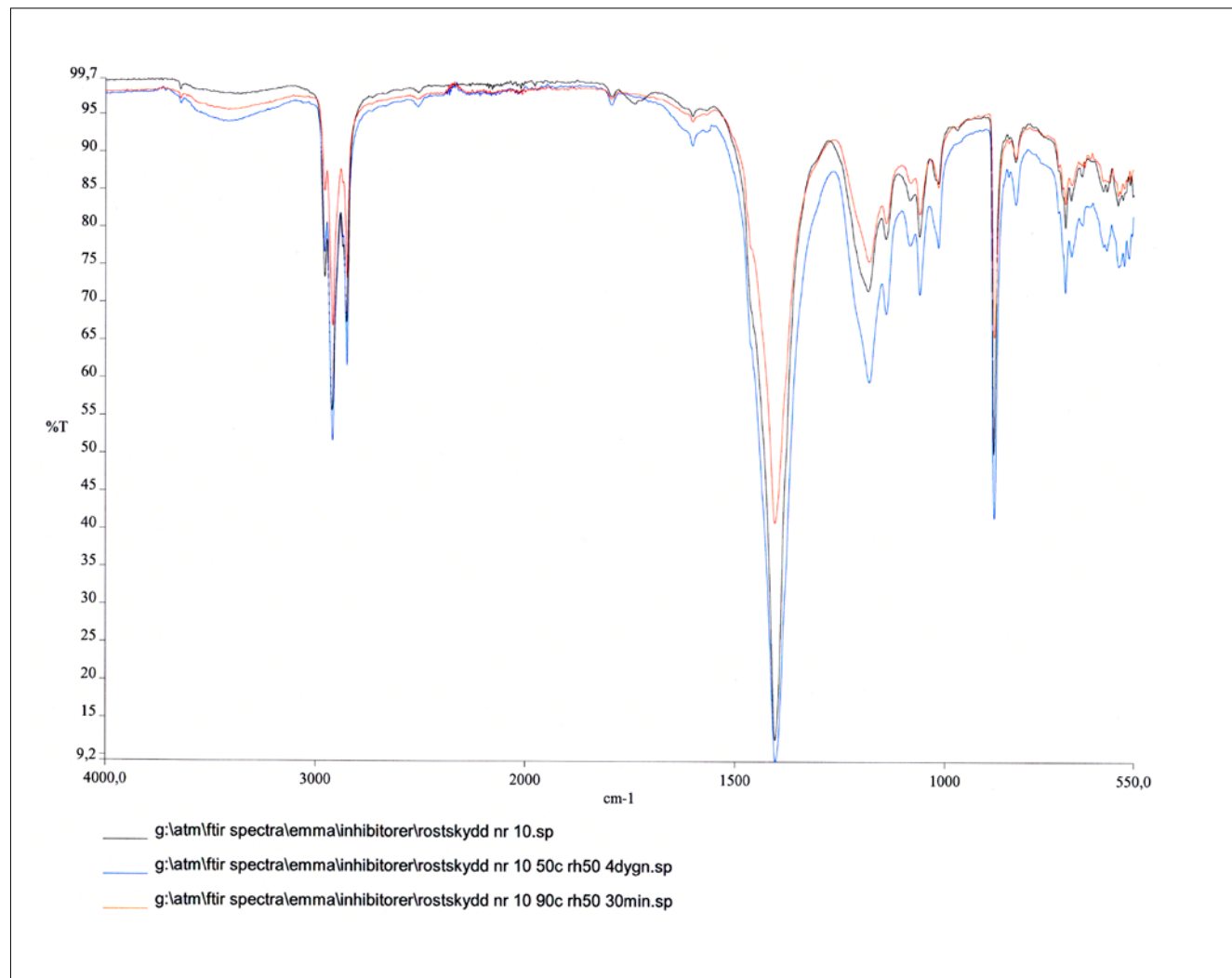
1 ouppvärt prov

2 värmt 50°C

3 värmt 90°C

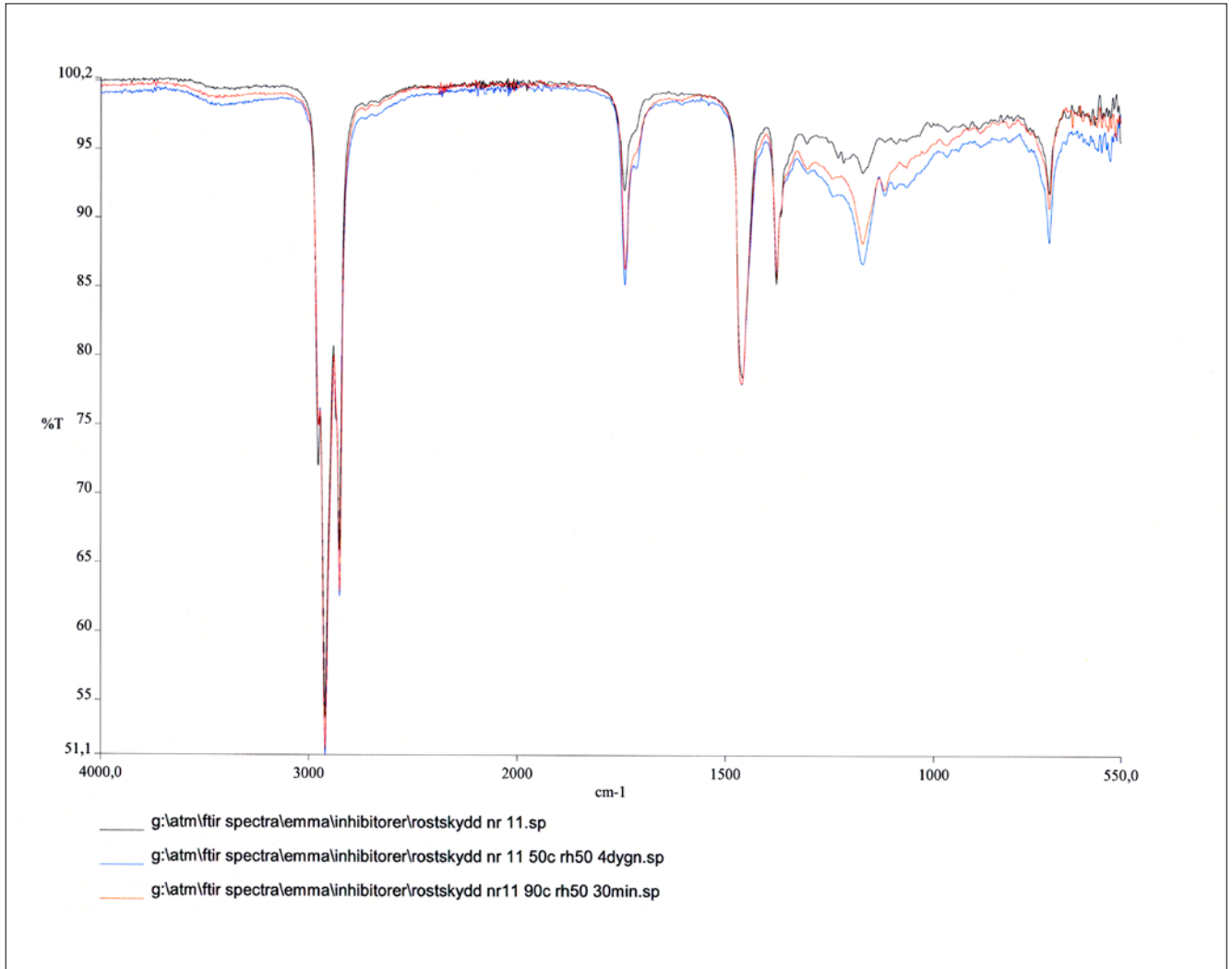
4 värmt 300°C

Rostskyddsmedel nr. 10 Mercasol 2



- 1 uppvärmt prov
- 3 värmt 50°C
- 4 värmt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 11 5-56

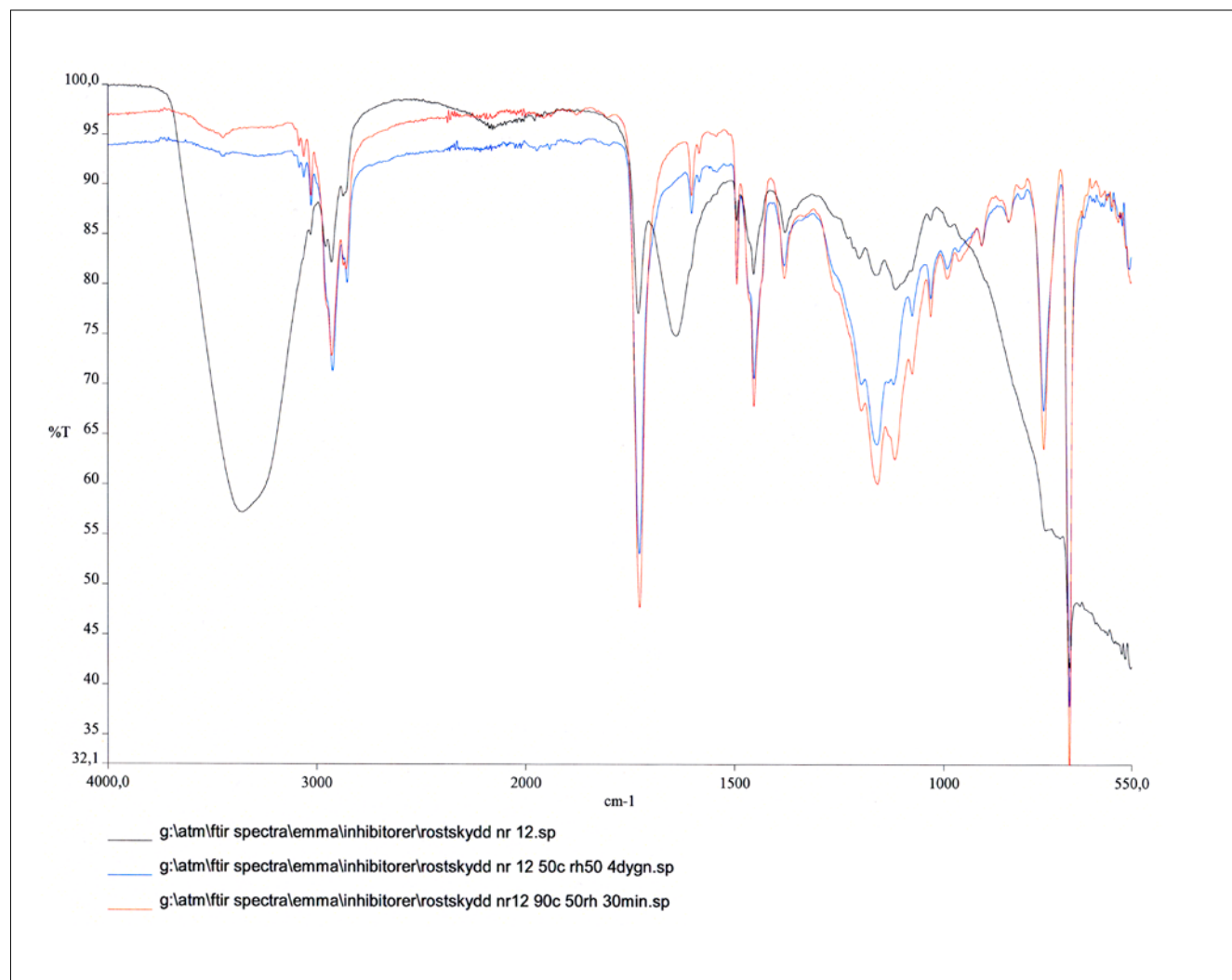


1 ouppvärt prov

2 värmt 50°C

3 värmt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 12 Cortec VCI-386

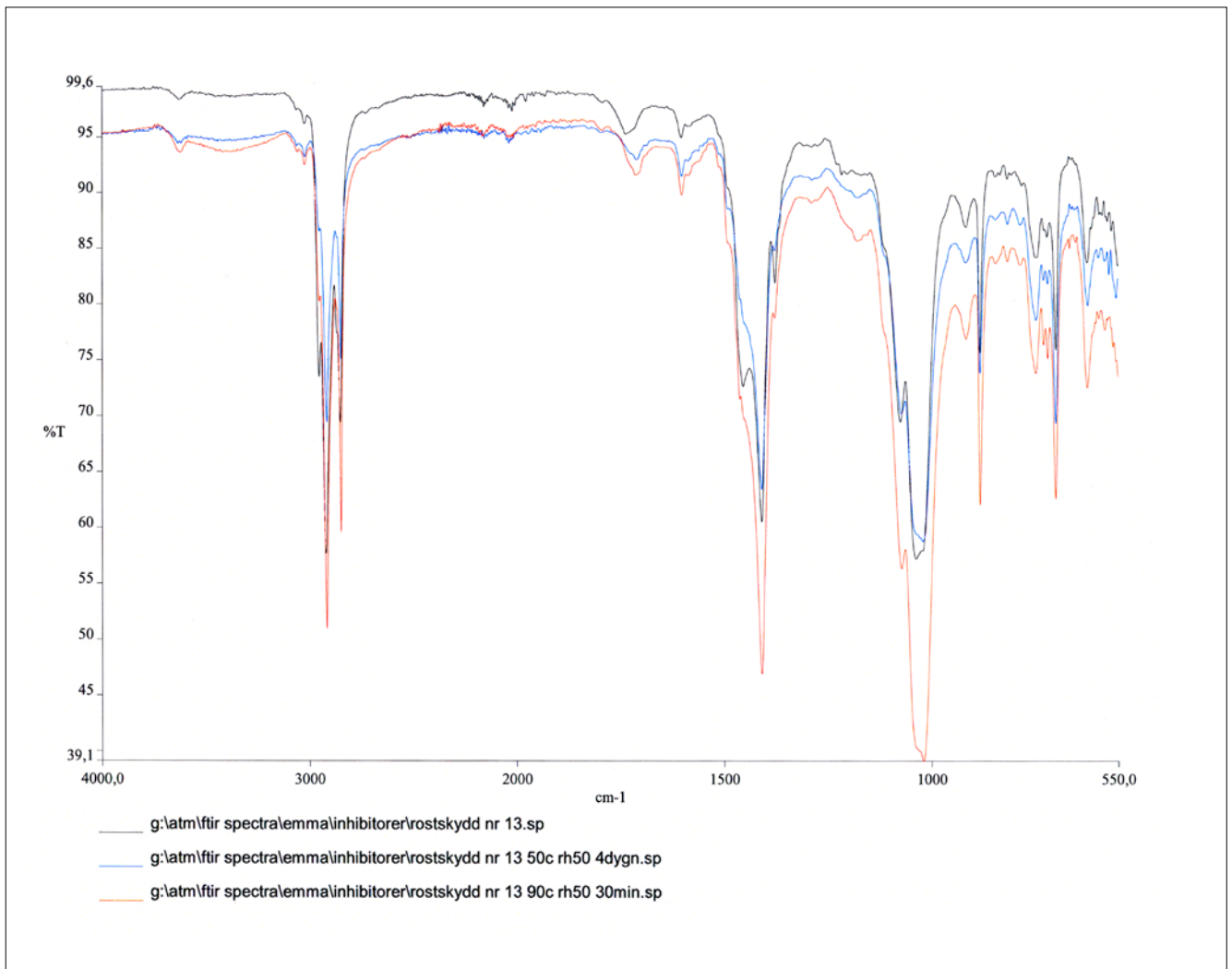


1 ouppvärt prov

2 värt 50°C

3 värt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 13 Hagmans Carosol

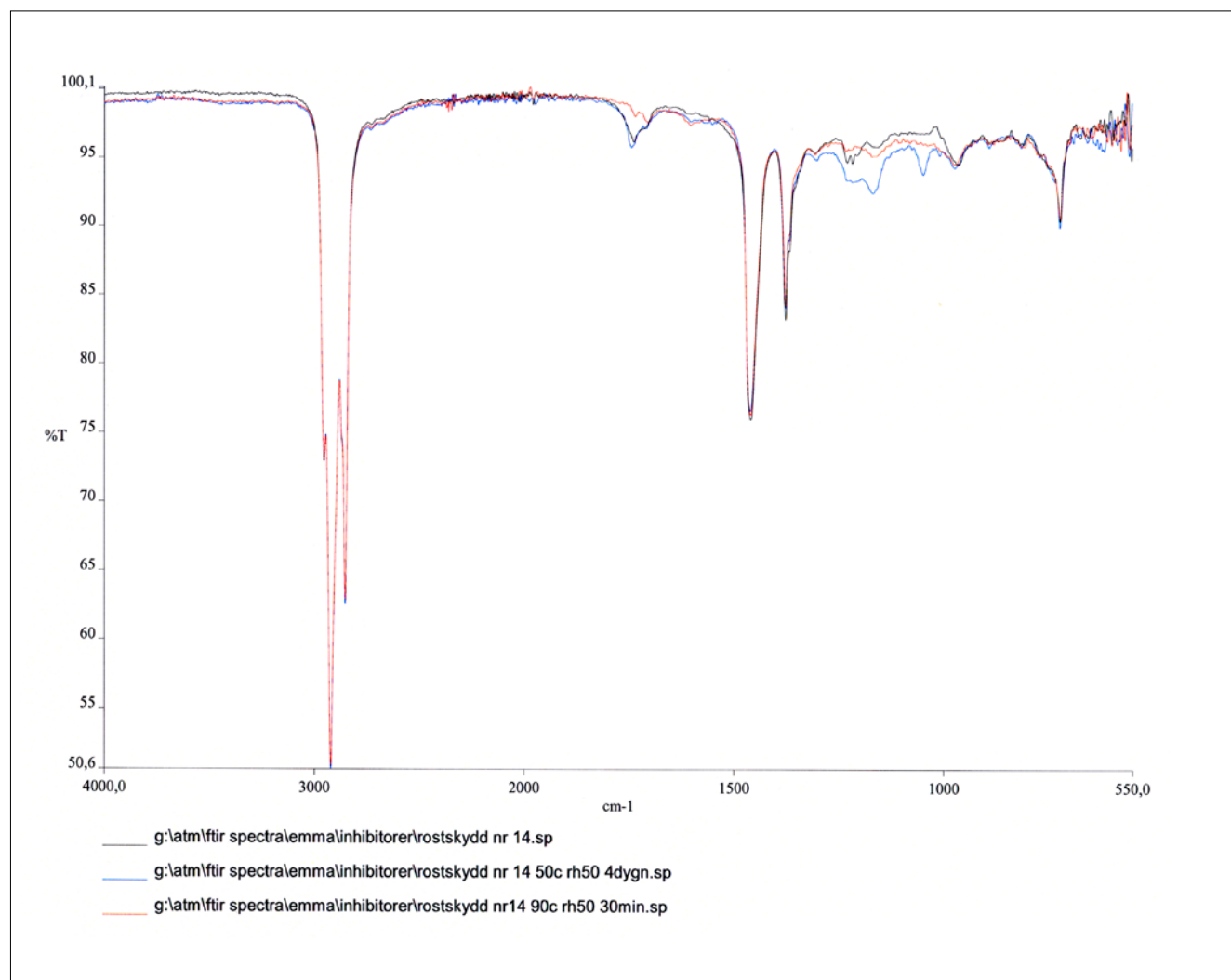


1 ouppvärt prov

2 värmt 50°C

3 värmt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 14 Shell Rimula X

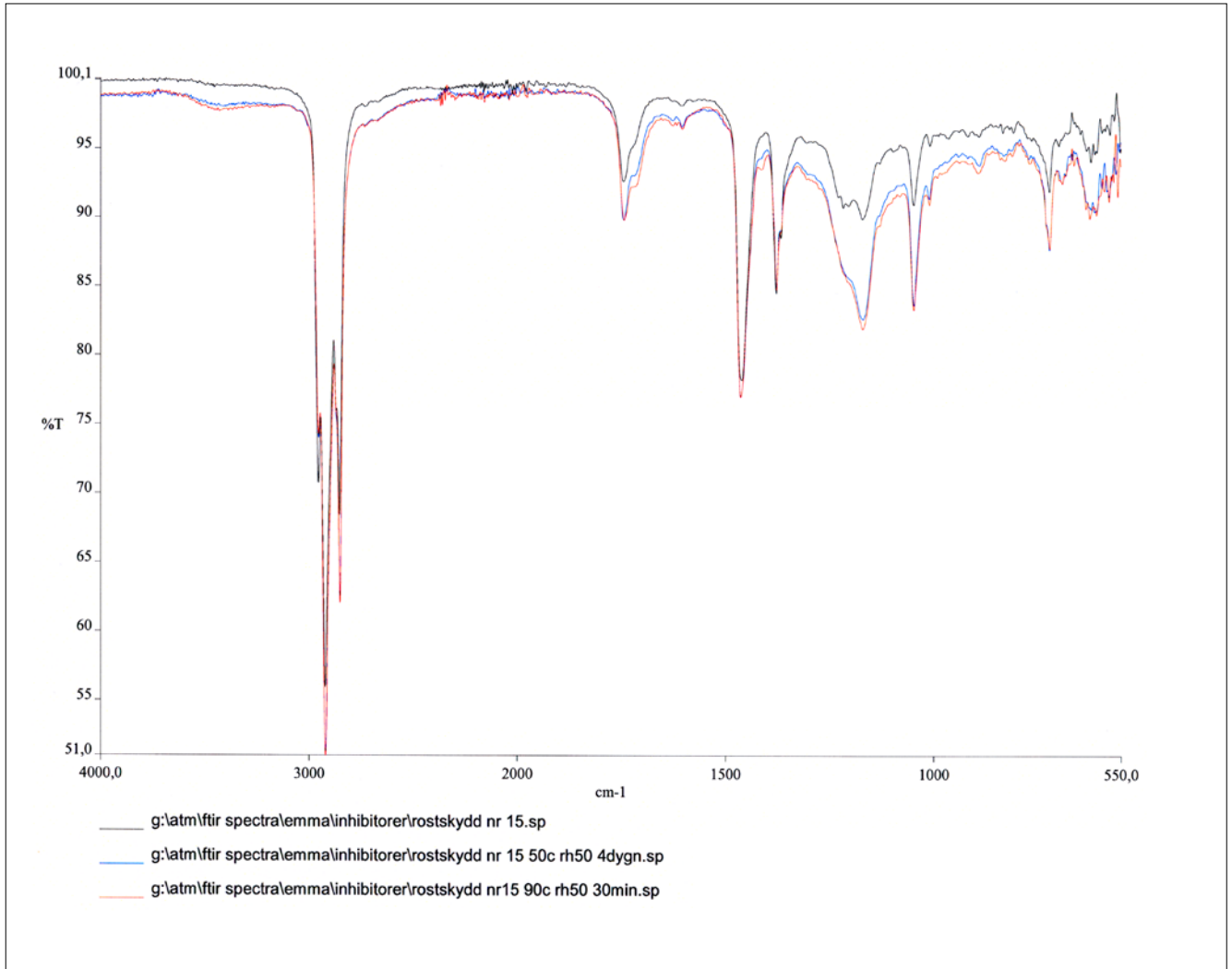


1 ouppvärt prov

2 värmt 50°C

3 värmt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 15 Rostskydd 70

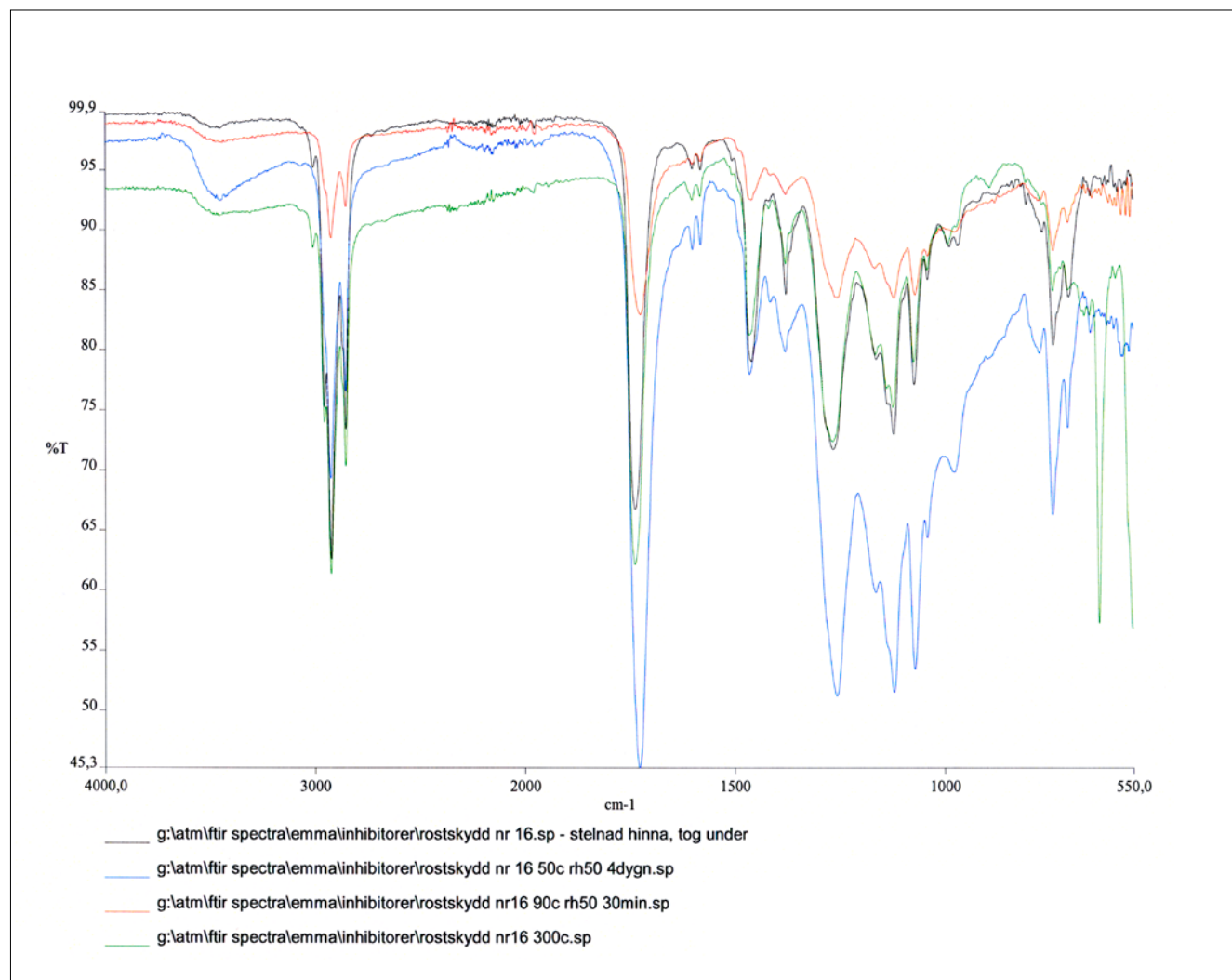


1 ouppvärt prov

2 värt 50°C

3 värt 90°C

Rostskyddsmedel nr. 16 Isotrol Grund



- 1 uppvärmt prov
- 2 värmt 50°C
- 3 värmt 90°C
- 4 värmt 300°C

Bilaga 3. Arkeologiskt provmaterial och urlakningsschema

Provmaterial som har använts till korrosionsprovning av arkeologiskt material, kapitel 4.2

320 spikar från arkeologisk undersökning i Östergötland, Vreta Kloster sn, St Sjöbestad, fornlämning 86c, 794/126, A1 F32, lager 2–3. Diarienummer 6727/77.

Urlakningsschema

Urlakningen startades augusti 2005 och avslutades december 2005.

Kloridmängden uppmättes genom titrering med kvicksilvernitratt, ”Aquamerck klorid test”. Det angivna antalet droppar är de som krävdes, för att färgindikatorn i kloridtestet skulle ändra färg från gult till blått, då kloridhalten understeg 4 mg/l lakvätska.

1. Avjoniserat vatten, pH ca 4,5

| | A1 och D1 (blästrade) | B1 och C1 (obehandlade) |
|-------|--|--|
| 10/9 | Urlakning startad | Urlakning startad |
| 15/9 | 4 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Nytt vatten | 7 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Nytt vatten |
| 20/9 | 2 droppar | 5 droppar |
| 24/9 | 2 droppar Nytt vatten | 5 droppar Nytt vatten |
| 5/10 | Nytt vatten | Nytt vatten |
| 11/10 | 1 droppe | 1 droppe |
| 27/10 | 1 droppe Urlakningen avslutad | 1 droppe Urlakningen avslutad |

Spikarna fick snabbt under urlakningen tjocka beläggningar av orangefärgade korrosionsprodukter och vattnet såg ut som apelsinjuice med fruktkött.

2. Avjoniserat vatten + 0,1184 g KH_2PO_4 /l vatten 0,4324 g Na_2HPO_4 /l vatten pH ca 6,5

| | A2 och D2 | B2 och C2 |
|-------|--|--|
| 10/9 | Urlakning startad | Urlakning startad |
| 15/9 | 2 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Nytt vatten | 3 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Nytt vatten |
| 20/9 | 1 droppe | 2 droppar |
| 24/9 | 1 droppe Nytt vatten | 2 droppar Nytt vatten |
| 5/10 | Nytt vatten | Nytt vatten |
| 11/10 | 1 droppe | 1 droppe |
| 27/10 | 1 droppe Urlakningen avslutad | 1 droppe Urlakningen avslutad |

Efter någon dags urlakning hade tjocka svampiga beläggningar av järnfosfat bildats på blottad metallyta. Analys av beläggningarna gjordes i svepelektronmikroskop.

3. Avjoniserat vatten + 2,5 g NaOH/l vatten, pH ca 12,5

| | A3 och D3 | B3 och C3 |
|-------|--|--|
| 7/12 | Urlakning startad | Urlakning startad |
| 10/12 | 6 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Nytt vatten | 9 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Nytt vatten |
| 16/12 | 3 droppar | 4 droppar |
| 23/12 | 3 droppar pH ca 12,5 | 4 droppar pH ca 12,5 |
| 28/12 | 3 droppar pH ca 12,5. Nytt vatten. 2 g NaOH/ l vatten. | 4 droppar pH ca 12,5. Nytt vatten 2 g NaOH/ l vatten. |
| 11/1 | 3 droppar pH ca 12,5 | 3 droppar pH ca 12,5 |
| 4/2 | 2 droppar pH ca 12,5 | 2 droppar pH ca 12,5 |
| 9/2 | Nytt vatten pH 12,5 | Nytt vatten pH 12,5 |
| 15/2 | 2 droppar Nytt vatten | 2 droppar Nytt vatten |
| 22/2 | 1 droppe Urlakningen avslutad | 1 droppe Urlakningen avslutad |

På urlakningskärlets botten finns mängder av små rostflagor.

4. Avjoniserat vatten + 10 g Na_2HPO_4 /l vatten, pH ca 8,5–9

| | A4 och D4 | B4 och C4 |
|-------|--|--|
| 7/12 | Urlakning startad | Urlakning startad |
| 10/12 | 2 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Nytt vatten | 3 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Nytt vatten |
| 16/12 | 2 droppar | 2 droppar |
| 23/12 | 2 droppar pH ca 8,5 | 2 droppar pH ca 8,5 |
| 27/12 | pH ca 8,5 | pH ca 8,5 |
| 28/12 | 2 droppar pH ca 8,5 Nytt vatten | 2 droppar pH ca 8,5 Nytt vatten |
| 11/1 | 1 droppe Nytt vatten pH ca 9 | 1 droppe Nytt vatten pH ca 9 |
| 4/2 | 1 droppe pH ca 8,5 Urlakningen avslutad | 1 droppe pH ca 8,5 Urlakningen avslutad |

Tunna blåaktiga beläggningar av järnfosfat bildades på blottad metallyta redan efter någon dags urlakning.

5. Avjoniserat vatten + 0,06 g NaOH/ l vatten, varierande pH-värde för att ta reda på vilket pH-värdet det minst måste vara för att undvika korrosion

| | A5 och D5 | B5 och C5 |
|-------|---|---|
| 14/12 | Urlakning startad pH ca 8,5. | Urlakning startad pH ca 8,5. |
| 15/12 | 3 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Spikarna har korroderat rejält under natten, speciellt de bläs-trade spikarna. pH i vattnet uppmättes till pH ca 5! Spikarna sköljdes av med avjoniserat vatten. Nytt vatten + 0,1 g NaOH, pH ca 10. | 3 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Spikarna har korroderat rejält under natten, speciellt de bläs-trade spikarna. pH i vattnet uppmättes till pH ca 5! Spikarna sköljdes av med avjoniserat vatten. Nytt vatten + 0,1 g NaOH, pH ca 10. |
| 16/12 | Ingen ny korrosion. Nytt vatten + 0,2 g / 3 l vatten, pH ca 8,5–9. Efter 4 timmar hade spikarna börjat korrodera. Nytt vatten + 0,25 g / 3 l vatten, pH ca 9. | Ingen ny korrosion. Nytt vatten + 0,2 g / 3 l vatten, pH ca 8,5–9. Efter 4 timmar hade spikarna börjat korrodera. Nytt vatten + 0,25 g / 3 l vatten, pH ca 9. |
| 17/12 | Ingen ny korrosion. | Ingen ny korrosion. |
| 20/12 | Spikarna har korroderat! Nytt vatten + 0,1 g NaOH/l vatten, pH ca 9. | Spikarna har korroderat! Nytt vatten + 0,1 g NaOH/l vatten, pH ca 9. |
| 23/12 | Spikarna har korroderat. pH har sjunkit till ca 7. Nytt vatten. 0,25 g NaOH/l vatten, pH ca 10 | Spikarna har korroderat. pH har sjunkit till ca 7. Nytt vatten. 0,25 g NaOH/l vatten, pH ca 10 |
| 27/12 | Spikarna har korroderat något, små fläckar. pH ca 10. Inte så mycket fnas på lakkärlets botten som vid pH ca 12,5. | Spikarna har korroderat något, små fläckar. pH ca 10. Inte så mycket fnas på lakkärlets botten som vid pH ca 12,5. |
| 28/12 | 6 droppar pH ca 10. Nytt vatten. 1,0 g NaOH/ 3 l vatten, pH ca 10,5. | 7 droppar pH ca 10. Nytt vatten. 1,0 g NaOH/ 3 l vatten, pH ca 10,5. |
| 11/1 | 2 droppar pH ca 9–9,5 Nytt vatten pH ca 10,5 | 3 droppar pH ca 9–9,5 Nytt vatten pH ca 10,5 |
| 4/2 | 1 droppe pH ca 8. Små fläckar av korrosion. Urlakningen avslutades. Inget byte av vatten. | 1 droppe pH ca 8. Små fläckar av korrosion. Urlakningen avslutades. Inget byte av vatten. |

6. Spikarna urlakades i avjoniserat vatten med 3 % Dinitrol 510 (1455g vatten + 45g Dinitrol 510)

| | A6 + D6 | B6 + C6 |
|-------|---|--|
| 10/8 | 2 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Ingen rost Nytt vatten + Dinitrol 510 | 4 droppar (1 droppe motsvarar 4 mg klorider/l lakvätska) Lätt ytrost, gult vatten |
| 22/8 | 1 droppe Någon enstaka rostfläck Klart vatten Nytt vatten + Dinitrol 510 | 2 droppar Nytt vatten + Dinitrol 510 |
| 21/9 | 1 droppe Klart vatten, flagor Fläckvis aktiv rost | 2 droppar Ljsgult vatten, mer korrosion än tidigare |
| 21/10 | 1 droppe Klart vatten, rostfläckar, flagor Inget byte av vatten Urlakningen avslutad | 1 droppe Ytrost, gult vatten Urlakningen avslutad |