

**Střední uměleckoprůmyslová škola a Vyšší odborná škola
Turnov, Skálova 373**

tel: 481 321 232, fax: 481 324 323

e-mail: info@sup.sinfo, sup.s@sup.sinfo

Obor vzdělávání: Konzervátorství a restaurátorství

Vzdělávací program: Restaurování kovů

Specializace: Restaurování a konzervování obecných kovů,
drahých kovů a kovů platinových

RESTAURÁTORSKÁ DOKUMENTACE

LITINOVÝ ŠTÍT S RELIÉFEM

Vedoucí práce:	XXXXXXXXXXXXX
Odborný konzultant:	XXXXXXXXXXXXX
Oponent:	XXXXXXXXXXXXX
Restaurátor:	XXXXXXXXXXXXX
Ročník:	3
Počet vyhotovení:	3
Uložení dokumentace:	majitel, restaurátor, VOŠ Turnov

Obsah:

Lokalizace památky	4
Údaje o památce	4
Údaje o akci	4
Popis památky	5
Průzkum památky	8
Určení materiálu	8
Určení výroby litinového štítu	8
Nečistoty	10
Povrchové úpravy	11
Upevnění štítu	12
Koroze	13
Vyhodnocení průzkumu	18
Koncept restaurátorského zásahu	19
Postup restaurátorských prací	21
Odstranění nečistot	21
Odstranění korozních produktů	21
Konzervování	27
Stav předmětu před a po restaurování	30
Použité techniky a materiály	34
Doporučený ochranný režim památky	35
Použitá literatura	36
Přílohy	37
Analýza korozních produktů	40
Bezpečnostní listy	44

LITINOVÝ ŠTÍT S RELIÉFEM

I. Lokalizace památky:

- 1. Kraj:** Jihomoravský kraj
- 2. Okres:** Znojmo
- 3. Město:** Znojmo
- 4. Název památky:** Kopie antického štítu
- 5. Evidenční číslo památky:** Z 930

II. Údaje o památce:

- 1. Autor (dílňa):** neznámý
- 2. Sloh / datování:** první polovina 19. století
- 3. Materiál:** šedá litina
- 4. Technika:** odlévání, cizelování, kovářské techniky
- 5. Rozměry:** výška – 570 mm
šířka – 420 mm
síla materiálu – 9,2 mm
- 6. Povrchová úprava:** žádná
- 7. Předchozí známé restaurátorské zásahy:** Nejsou žádné předchozí odborné zásahy.

III. Údaje o akci:

- 1. Vlastník (objednavatel):** Jihomoravské museum ve Znojmě
- 2. Restauroval:** Michaela Bartoníčková
- 3. Návrh na restaurování vypracován dne:** 10. 3. 2011
- 4. Termín započetí akce:** 21. 2. 2011
- 5. Termín ukončení akce:** 17. 5. 2011

V době před schválením restaurátorské koncepce probíhaly průzkum, dokumentace a fotodokumentace předmětu. Vyhledávání literatury a podkladů.

Restaurovala:

IV. Popis restaurovaného předmětu

Historie:

Jedná se o odlévaný štít, který vznikl v první polovině 19. století. Podobný štít s podobným motivem v jiném provedení pohledu na reliéf byl zhotoven v 2. polovině 16. století ve Francii. Byl vyroben jako součást zbroje krále Karla IX. – součástí zbroje byla i přilba. Tento štít byl tepaný, zlacený, zdobený smaltu a drahými kameny a sloužil k ochraně krále Karla IX. v boji. Na štítu je zachycená scéna na největším z bitvy Maria s Jugurthou.



Obr. 1 Pohled na štít z pohledové strany

Využití předmětu:

Štít byl zhotoven pravděpodobně jako dekorační předmět. Na zadní straně štítu je očko k zavěšení.



Obr. 2 Pohled na zadní stranu štítu

- Celý štít je kompletně pokrytý velice drobným reliéfem. Jedná se o nízký reliéf, který je z čelní strany vystouplý max. do 4 mm a ze zadní strany nachází negativ reliéfu.

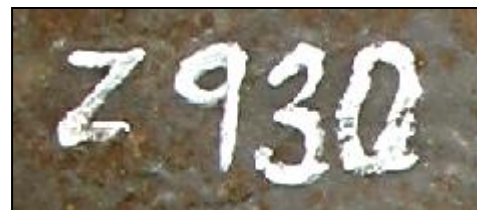
Popis reliéfu litinového štítu:

Štít je rozdělen na jednotlivá pole:

1. Na středovou část, kde dominuje středový motiv převážně oválného tvaru. Zde se nachází výjev z bitvy podobný jako na štítě Karla IX. Maria s Jugurthou. Středový reliéf je největší, zabírá ½ celého štítu.
2. Pak následuje rozdělení na pravou a levou stranu. Každá strana je rozdělená na čtyři pole. Strany jsou k sobě zrcadlové. Zde se nachází reliéfy trofejí a torza postav svalnatých bojovníků pouze se zdobenou bederní rouškou. V horní části je pohled na torzo z přední strany. V dolní části je pohled na torzo ze zadu.
3. Dále se dělí na vrchní a spodní pole. Uprostřed polí se nachází reliéf obličejů - maskarony. Vpravo a vlevo od reliéfu hlavy se nachází postavy. Stále platí, že pravá část je zrcadlová k levé části. Postavy jsou opět nahoře zády a v dolní části čelem.
4. Jednotlivá pole dělí pásový reliéf o šíři pásu 10 mm, barokního stylu s volutami.

V průběhu zkoumání předmětu se bohužel nepodařilo nalézt autorskou ani městskou značku, takže se nepodařilo dopátrat - kdo a kde štít vyrobil.

Nyní je součástí expozice v Jihomoravském museu ve Znojmě. Je zařazen v inventáři pod evidenčním číslem památky: **Z 930** Evidenční číslo se nachází na zadní straně vlevo nahoře. Evidenční číslo je zapsáno bílou barvou.



Obr. 2.1 Evidenční číslo památky

V. Průzkum stavu památky před započítím restaurátorských a konzervátorských prací

- Nejprve byla k předmětu zhotovená fotodokumentace, která vypovídá o stavu předmětu. Součástí fotodokumentace v průzkumu byly zhotoveny mikroskopické snímky pořízené stereoskopickým mikroskopem Intraco s 40násobným zvětšením.
- Ozdobný štít byl zhotoven technikou odlévání, cizelování, broušení, zatahování zaklepáním pomocí čakanů

A. Určení materiálu:

Jedná se o šedou litinu. Vycházíme-li ze skript o materiálu šedé litiny. V těchto litinách se objevují tyto prvky - železo s uhlíkem, křemíkem, manganem, fosforem, sírou a s dalšími doprovodnými prvky.

B. Určení výroby litinového štítu:

Litina se převážně odlévala do pískových, nebo ocelových forem. – Pravděpodobně byl tento štít odlitý do pískové formy. Při odlévání musí být ideální podmínky jako: přesné poměry prvků ve slitině (Fe, C), technologicky správně připravená forma s vtokovou soustavou, správné rozložení výfuků a struskových kanálků. Dále musí být forma před odléváním zahřátá. Potom se litina výborně odlévá. Zatéká do nejpodrobnějších záhybů i ve složitých a podrobných formách. Tavicí teplota se pohybuje od **1100–1300 °C**.

Na předmětu se nachází zdobná technika, která je tvořená drobným plastickým reliéfem. Reliéf se nachází z čelní strany jako dokonalý pozitiv a ze zadní strany jako negativ. Síla štítu je 9,2 mm.

Pravděpodobně byl použit štít, který byl v originále tepaný z plechu - pro realizaci kopie v litině.

Na Obr. 3 můžeme vidět výřez reliéfu. Zde je pohled na přední stranu s dobře zachycenými detaily reliéfu.

Na Obr. 4 vidíme ten samý reliéf z negativu – ze zadního pohledu

Pohled na lící a rubovou stranu štítu



*Obr. 3 Detailní pohled na část štítu na
přední stranu – pozitiv*



*Obr. 4 Detailní pohled na část štítu na
zadní stranu - negativ*

Na Obr. 3 - Při porovnání přední a zadní strany při pohledu na ploché okolí od torza je vidět, že reliéf na přední straně je velmi podrobný. Štít byl cizelován a následně doplněn rytím. To nám znázorňuje jemná technika zdobení, která se nachází v okolí torza a dokresluje i zbytek reliéfu.

Na Obr. 4 - na zadní straně není reliéf tak podrobný, ale zůstává bez zdobení plastický. Také povrch je drsný, což znamená, že nebyl dále z druhé strany cizelován. Pravděpodobně nebyla zadní strana po odlití dále retušována. Zůstala jenom očištěna od formy a podle struktury povrchu se dál na zadní straně neprováděli žádné další úpravy.

C. Nečistoty

Na předmětu se nachází hrubé a prachové nečistoty. Na tmavém povrchu jsou prachové částice jako světlá místa. Dále se zde lokálně nachází bílá místa, která přechází do rezavé barvy. Pravděpodobně se na štít dostaly během uskladnění v nedávné době. Během průzkumu se zjistilo, že se jedná o bílou ve vodě rozpustnou barvu. Při mechanickém narušení se barva drolí na bílý prášek, může se jednat i o sádro.

Na Obr. č. 5 je zde zachyceno velké množství prachových nečistot a hlavně v hloubkách reliéfu. Reliéf místy pod vrstvou nečistot a korozních produktů úplně zaniká.



Obr. 5 Pohled na prachové a hrubé nečistoty. Místy barevné nečistoty



Obr 5.1 Mikrosnímek z místa kde jsou vidět barevná nečistota

- Pro další dokonalý průzkum je nutno částečně odstranit hrubé nečistoty.

Pohled na jiné místo štítu barevných nečistot



Obr. 6 Pohled na bílá místa přecházející do rezavé



Obr. 6.1 Mikrosnímek bílých nečistot napojených na korozní produkty

D. Povrchové úpravy

Předmět mohl být v minulosti ošetřen, ale na štítu se žádné stopy po povrchové úpravě nenašly. Taky hlavně proto, že je kompletně po celé své ploše pokrytý vrstvičkou rzi a korozními produkty.

E. Upevnění štítu

Na zadní straně v horní části štítu uprostřed se nachází závěsný kroužek. Kroužek je vyroben stáčením železného drátu na pevně v úchytu.

Úchyt má dvě možnosti spojení se štítem:

- a. Mohl být ve štítu už při odlévání. Tím, že ho vsadili do formy a štít byl s úchytem zalitý.
- b. Je možnost, že úchyt je ke štítu připevněn přes závit.



Obr. 7 Pohled na závěsné zařízení



Na Obr. 7.1 je detailní mikrosnímek - pohled na spoj kolečka. Kroužek bylo jenom zatočeno z jednoho kusu, ale nebylo propojeno. Spoj je volný a konce kroužku na sebe úplně nelícují.

Obr. 7.1 Mikrosnímek kroužku

F. Korozní napadení

Povrch předmětu je napadený korozními produkty železa. Rozsah pokrytí korozních produktů je na celém povrchu předmětu. Koroze probíhá výrazně intenzivněji na některých místech předmětu - důsledkem dlouhodobého uložení v agresivním prostředí. Jedná se o celoplošnou nerovnoměrnou korozi.



Obr. 8 Ukázka středového pole nerovnoměrně pokrytého korozními produkty Fe

Vlivem atmosférického prostředí, zde vzniká **atmosférická koroze**. Je zapříčiněná překročením relativní vlhkosti vzduchu nad hodnotu 60 - 80 %. Na povrchu materiálu se tvoří vrstva elektrolytu, která způsobuje průběh korozních reakcí. Výsledné produkty těchto reakcí se projevují v podobě červenohnědého oxidu železitého (Fe_2O_3) a jiných sloučenin. Současně zde působí další činitelé, jako jsou teplotní rozdíly a škodlivé látky obsažené v atmosféře.

Pohled na místa s aktivní korozi



Obr. 9 Detailní pohled na lokální korozi – místy se objevují koroze ve vlhkém prostředí a korozní proces probíhá rychleji



Obr. 10 Detail lokální koroze

Aktivní koroze se vyskytuje převážně v místech, kde se vyskytuje větší množství nečistot. Mezi kovem a prachovými nečistotami vzniká elektrochemická koroze. Důsledkem korozní aktivity je zde silnější výskyt korozních produktů. Což znamená, že oxid Fe^{3+} oxiduje v hydrataci na amorfnní krusty rzi. Jako na Obr. 11.



Obr. 11 Ukázka silného korozního napadení

- Lokálně se na předmětu vyskytují místa s aktivní korozí. Důsledkem lokálního korozního napadení jsou silněji degradovaná místa na předmětu – jako na Obr. 11.

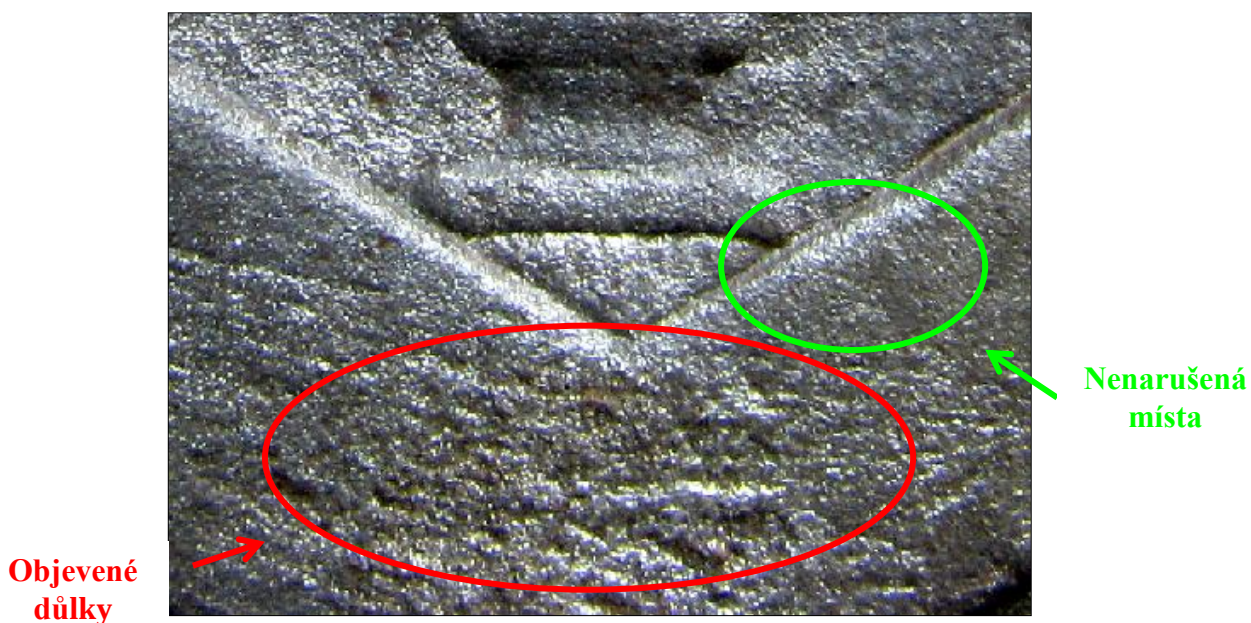


Obr. 11.1 Mikroskopický snímek detailů korozních produktů na povrchu předmětu

Důsledkem korozního působení jsou na některých místech patrné mikroskopické důlky, které je možno vidět na některých místech i pouhým okem, přitom okolní povrch zůstává bez pozorovatelného napadení. Zde se jedná o **korózi důlkovou**.



Obr. 12 Pohled na korozi před otryskáváním

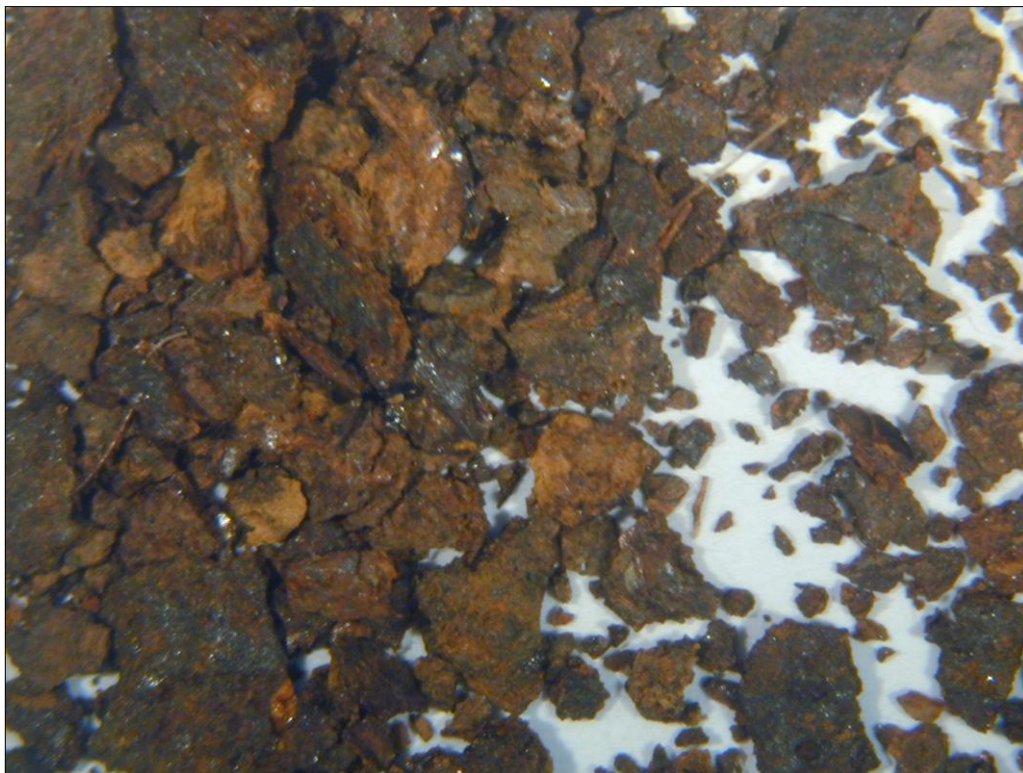


Obr. 12.1 Částečné odstranění korozních produktů a odhalení důlků

- Pro přesné určení koroze byly z malého místa částečně odstraněny korozní produkty. Odstranění bylo provedeno tryskacím zařízením na balotinu o velikosti zrn 040 – 070 μm . Po té co byla koroze odstraněna na téměř čistý kov - vylezly důlky, které koroze způsobila. Přitom o pár milimetrů vedle je kov nenarušen.

Analýza korozních produktů

Během průzkumu byl odebrán vzorek korozních produktů a byla provedena analýza. Analýza nám ukázala obsažení prvků ve vzorku, které byly odebrány.



Obr. 13 Mikrosnímek vzorku odebraných korozních produktů

Elements	Net Intensity (Kcps)	Concentration (%)	Normalised Concentration (%)
Fe	243.557	14.7 %	82.2 %
Si	4.595	1.04 %	5.79 %
K	4.029	0.949 %	3.07 %
Zn	3.863	0.469 %	2.73 %
Ca	3.225	0.275 %	1.54 %
Al	1.019	0.244 %	1.36 %
S	1.574	0.224 %	1.25 %
Cl	0.742	0.144 %	0.801 %
P	0.499	0.114 %	0.637 %
Mn	0.744	530 ppm	0.277 %
Ti	0.423	470 ppm	0.261 %
Cu	0.068	100 ppm	0.070 %

- Tabulka analýzy korozních produktů nám ukázala, že největší zastoupený prvek je železo 82,2 % a křemík 5,79 % a další prvky: K, Zn, Ca, Al, S, Cl, P, Mn, Ti a Cu.

VI. Vyhodnocení průzkumu

Podle výsledků průzkumu bude zvolen vhodný postup dalších prací.

Průzkum byl prováděn nedestruktivními metodami.

- Předmět je kompletně pokrytý prachovými a hrubými nečistotami, které lze kompletně odstranit.
- V průzkumu proběhlo odebrání korozních vrstev a byla provedena analýza. Tato analýza byla prováděna z důvodu zjištění degradace materiálu.
- Korozní produkty jsou rozsáhlé po celém předmětu. Jedná se převážně o celoplošnou nerovnoměrnou korozi. Korozní produkty lze odstranit.
- Po částečném odstranění korozních produktů bude předmět pasivován.
- Následně po pasivaci proběhne konzervace předmětu

▪ VII. Návrh na restaurování

Veškeré zásahy budou prováděny s ohledem na zachování a udržení autenticity a uměleckohistorického dědictví.

Požadavkem majitele je předmět uvést do stavu, aby byl schopen další prezentace v muzejní expozici. Jelikož, se jedná o předmět muzejního charakteru, bude kladen důraz na zachování autenticity a vypovídající hodnoty předmětu. Proto budou voleny nejvhodnější postupy restaurování.

Jedná se o odlévanou kopii štítu z Jihomoravského muzea ve Znojmě. Datována do první poloviny 19. století

Ohledání stavu památky, fotodokumentace.

Na základě vyhodnocení restaurátorského průzkumu a s přihlédnutím na požadavky vlastníka se navrhuje tento postup:

Povrchové znečištění:

Předmět bude kompletně očištěn od hrubých nečistot a prachových částic, které jsou usazeny na povrchu předmětu a v záhybech reliéfu. Čištění bude prováděno pomocí silikonového kartáčku a deionizované vody. Po té bude předmět vysušen v sušící peci 80 minut na 65 °C.

Upevnění štítu:

Předmět slouží jako závěsná dekorace, takže je k předmětu připevněné kolečko na zavěšení. Úchyt, k provlečení je zabudován ve štítu. Závěsné zařízení se ošetří na štítu a nebude se dále demontovat.

Korozní napadení:

Vrstvy korozních produktů budou mechanicky narušeny tužkou se skelnými vlákny a diamantovou frézou. Dále se budou z celého předmětu velmi jemně odstraňovat korozní produkty tryskáním s použitím balotiny s velikostí zrn 040 – 070 µm.

Materiál bude mechanicky ošetřen jen do té míry, aby nenarušil zdobné techniky na památce.

Pasivace předmětu

Po kompletním odstranění korozních produktů bude předmět pasivován. Pasivace proběhne Tanátem A, který bude důkladně zapracován do povrchu předmětu frézku s ocelovým rotačním kartáčkem.

Konzervace předmětu

Následně po pasivaci předmětu Tanátem A bude povrch konzervován mikrokrytalickým voskem KRNB. Vosk bude nanášen pomocí jemného štětce a poté zaleštěn bavlněnou textilií.

Návrh vypracovala: xxxxxxxxxxxxxx VOŠ Turnov

V Turnově dne xxxxxxxxxxxxxx

VIII. Postup restaurátorských prací

- K památce byla zhotovena kompletní fotodokumentace vypovídající o stavu před, během a po restaurování. Součástí fotodokumentace byly zhotoveny mikroskopické snímky pořízené stereoskopickým mikroskopem Intraco s 40násobným zvětšením.

Povrchové znečištění

Hrubé a prachové nečistoty usazené na povrchu byly odstraněny odmočením v deionizované vodě a mechanicky narušovány silikonovým kartáčkem. Poté byl předmět vysušen v sušící peci po dobu 80 minut na 65 °C.

Odstranění korozních produktů

Silné korozní vrstvy byly narušovány tužkou se skelnými vlákny. Korozní vrstvy byly místy opravdu silné, tak se musely částečně narušit diamantovou frézkou. Po částečném narušení všech výrazně zkorodovaných místech, se celý předmět postupně začal otryskávat.



Obr. 14 Odstraňování korozních produktů tryskacím zařízením

Předmět byl otryskáván velmi opatrně, aby nedošlo k narušení povrchu materiálu, nebo poškození velmi podrobného a jemného reliéfu. Proto otryskávání šlo velmi pomalu.



Obr. 15 Nastavení tryskání

- Síla tryskání se pohybuje kolem 3 barů
- Nám určuje množství tryskané balotiny



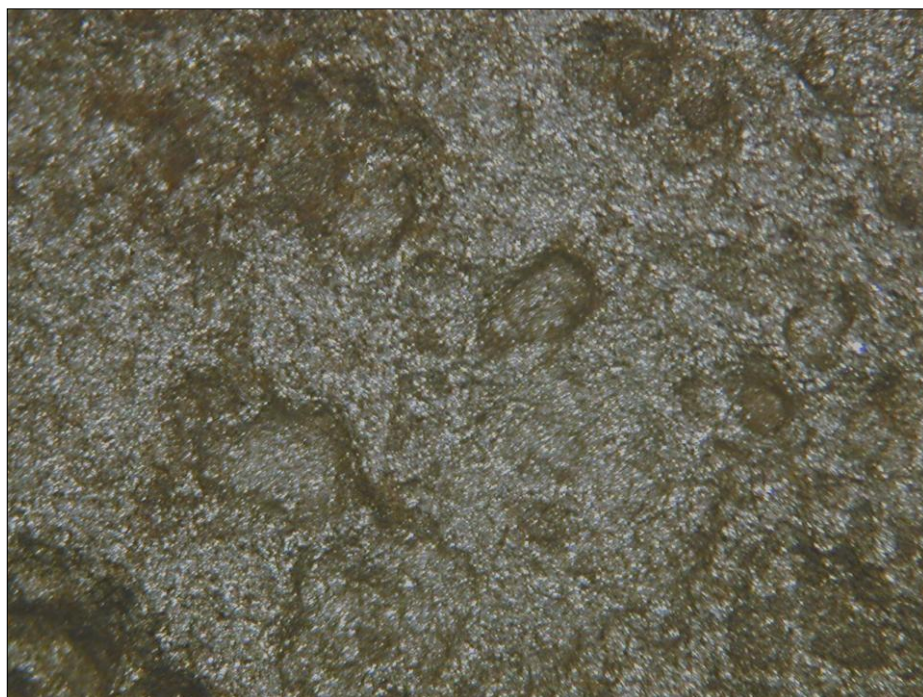
Obr. 16 Balotina

Na Obr. 16 je ukázka balotiny. Jedná se o nekovový tryskací materiál. Jsou to malé skleněné kuličky vhodné pro jemné tryskání. Předmět se díky tomu otryskává velmi šetrně a nehrozí narušení materiálu ani velmi jemného reliéfu.

Místy, kde byl předmět silně zkorodován, bylo nutné korozi otryskávat až na čistý kov. Pro důkladné odstranění korozních produktů. Jako na *Obr. 16*.



Obr. 17 Průběh otryskávání korozních produktů



Obr. 17.1 Mikrosnímek očištěného místa na čistý kov

Srovnání určitých částí před a během otryskávání korozních produktů



Obr. 17. úsek štítu před otryskáváním



Obr. 18 úsek štítu během otryskávání



*Obr. 17.1 Detailní pohled na část
předmětu před odstraněním korozních
produktů otryskáváním*



*Obr. 18.1 Detailní pohled na část
předmětu během odstraňování korozních
produktů otryskáváním*

Očištění upevnění štítu

Odstranění koroze na upevnění proběhlo stejně jako na celém štítu – otryskávacím zařízením.



Obr. 19 Závěsná část štítu bude restaurována bez demontáže



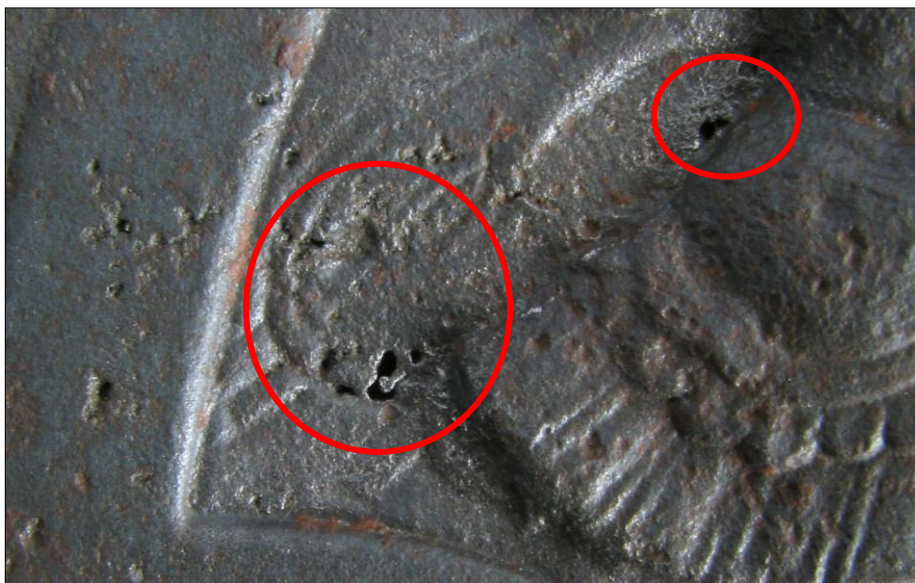
Obr. 20 Koroze byla odstraněna bez demontáže

Odhalení po odstranění korozních produktů

Po otryskávání korozních produktů zůstaly díry o průměru cca. 1mm. Tyto vady odpovídají vadám odlitku. Předmět pravděpodobně měl tyto díry už od výroby – odlití. Během průzkumu byly dutinky kompletně pod korozními produkty, proto nebyly odhaleny.



Obr. 21 Detailní pohled na dutiny v odlitku



Obr. 22 Detailní pohled na díry v jiné části odlitku

Pasivace Tanátem A

Díry objevené v odlitku jsem pečlivě do hloubky otryskávala. A tím jsem z nich převážně odstranila korozní produkty.

Po důkladném otryskávání celého předmětu v tryskacím zařízení byl předmět očištěn tlakovým vzduchem, který i z těch nejmenších dírek vyfoukal popřípadě zbytky balotiny. Vzhledem k tomu, že takto očištěný předmět, nemá na sobě žádné nečistoty, může být stabilizován. Tak už dále povrch nebyl upravován a v co nejkratší době byl povrch předmětu pasivován Tanátem A. Po malých částech byl Tanát A zapracován důkladně mechanicky frézkou s ocelovým kotoučkem do povrchu předmětu. Důkladně byly stabilizovány i důlky a dírký v předmětu, všechny byly řádně pasivovány Tanátem A.



Obr. 23 Pasivování předmětu Tanátem A

Průběh restaurátorských prací



Obr. 24

A. Pohled na přilbu před restaurováním



Obr. 25

*B. Pohled na přilbu po částečném
odstranění korozních produktů*



Obr. 25

C. část štítu po pasivaci Tanátem A

Po celkové pasivaci předmětu Tanátem A. byl ponechán předmět 24 hodin volně, aby se Tanát A stabilizoval.

Následně byl povrch předmětu zakonzervován. Pro konzervaci byl vybrán mikrokrystalický vosk KRNB.



Obr. 26 Mikrokrystalický vosk, byl do předmětu zapracován - krouživými pohyby štětce

IX. Stav před a po restaurování



Obr. 28 Pohled na celý štít před započatím prací



Obr. 29 Pohled na celý štit po dokončení prací



Obr. 30 Pohled na zadní stranu štítu před započítím prací



Obr. 31 Pohled na zadní stranu štítu po dokončení prací

X. Použité technologie a materiály

Fotodokumentace:

fotoaparát Canon power shot S 51 S

stereoskopickým mikroskop Intraco se 40násobným zvětšením

Čištění:

štetinový silikonový kartáček

deionizovaná voda

Odstranění korozních produktů Fe:

Tužka se skelnými vlákny

Proxxon – micromot 50/E stopkové ocelové kotouče / diamantová frézka

Tryskací zařízení – balotina o jemnosti zrn 040 – 070 μm

Pasivace ocelových částí:

Tanát A – líh, voda, tanin

Konzervace:

Mikrokrystalickým voskem KRNB v technickém benzínu

XI. Doporučený režim památky

Doporučené ideální prostředí:

Ideální prostředím pro uložení předmětu je prostředí s relativní vlhkostí 30% - 45% a zajištění konstantní teploty v rozpětí 15 °C – 25 °C. Důležité je zabránit výkyvům teplot (zabráníme tím orosení předmětu); zajištění proti pádu, dostatečný úložný prostor, a vhodný mobiliář (vyloučit dřevotřísku, dubové dřevo, nátěry uvolňující agresivní látky) Dostatečný uložený prostor (eliminace doteku, dvou různých kovů),

Málo kdy je možnost zachovat ideální podmínky, hlavně v případě, že se bude předmět nacházet v expozici. Kovy opatřené konzervačními prostředky by měly být bez poškození schopné vydržet relativní vlhkost 55% – 60% a vyšší pokojové teploty. Je proto potřeba předměty častěji kontrolovat.

Doporučená manipulace:

S předmětem manipulovat v bavlněných nebo latexových rukavicích. Zacházet s předmětem v prostředí se stejnou teplotou jaká je v místě jeho uložení obvyklá. Při čištění předmětu od prachových nečistot oprašovat tak, aby nebyl poškozen konzervační vrstva mikrokrytalického vosku KRNB.

Prezentace:

Kovový předmět nesmí přijít do přímého kontaktu místnosti – v případě instalace na stěny je třeba vhodnou montáží přiměřenou vzdálenost předmětu od stěny tak, aby proudil kolem předmětu vzduch a omezilo se nebezpečí kondenzace vody. Nejlépe bránit plastovou destičkou.

Doporučený režim předmětu:

Průběžná kontrola každých cca 1× za 1 rok je nutné předmět zběžně prohlédnout, zda se neobjevuje aktivní koroze.

Obnovení konzervačních povlaků konzervačním voskem KRNB. Předmět je nutné ošetřit stále stejným prostředkem.

Rekonzervace – zdali se podaří předmět uložit podle ideální teploty a vlhkosti stačí předmět odborně zkontrolovat 1× za 5 let.

Literatura

- Stambolov T.: Koroze a konzervace památek a uměleckých děl, Amsterdam 1985
- Kopecká Ivana a kol.: Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené, Státní ústav památkové péče, Praha 2002
- Novák Pavel: Koroze kovů, VŠCHT, Praha 2002
- Nikitin M.K., Melnikova E.P.: Chemie v konzervátorské a restaurátorské praxi. MU Brno 2003

XII. Přílohy



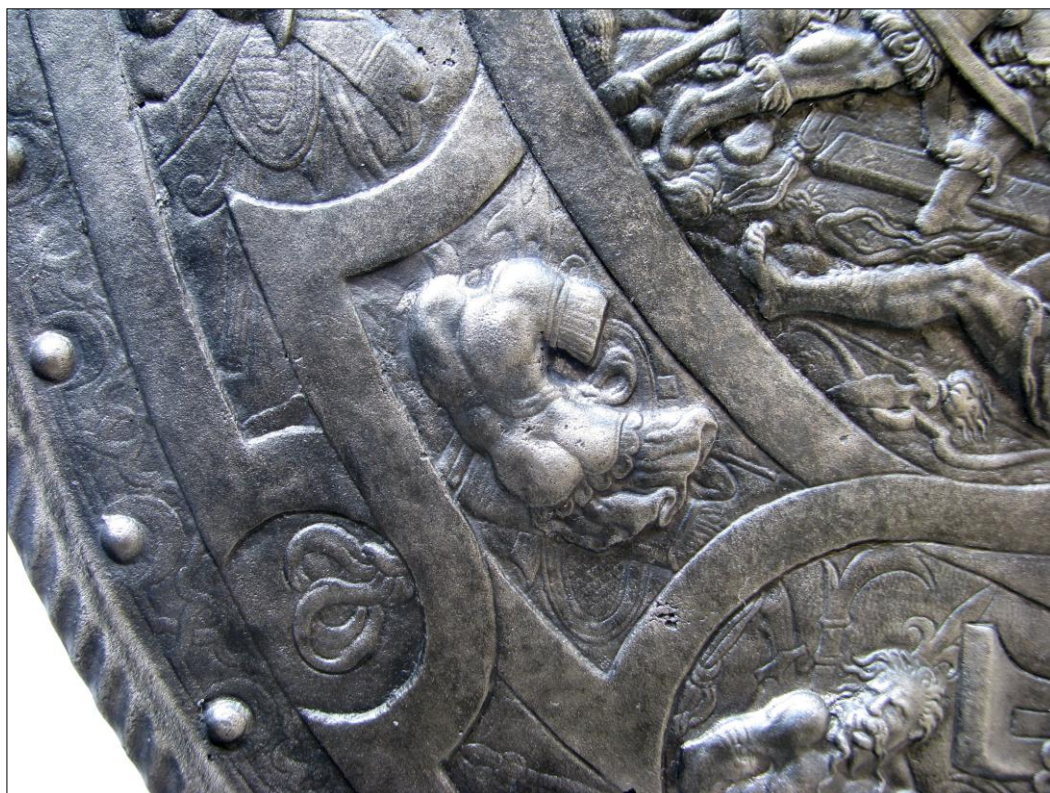
Obr. 32 Ukázka spodní části štítu před započítím prací



Obr. 33 Ukázka spodní části štítu po dokončení prací



Obr. 34 Ukázka části předmětu před započatím prací



Obr. 35 Ukázka části předmětu po dokončení prací



Obr. 36 Ukázka části předmětu před započatím prací



Obr. 37 Ukázka části předmětu před započatím prací

Tryskací zařízení

Definice produktu: Balotina, jinak řečeno skleněné kuličky, je materiál, který je inertní a chemicky neměnný. Je to materiál, který je ekologický a z hlediska toxikologie je nezávadný. Je zpravidla používán při finálních úpravách povrchu materiálu. Dále se využívá v oblasti jemného tryskání a svoji využitelnost nalezne i u nerezových dílů. Lze ho použít pro jemné tryskání.

Chemická analýza

	SiO ₂	72%
	AL ₂ O ₃	< 2.5 %
	CaO	9%
	MgO	< 4 %
	Na ₂ O	13.7%
	K ₂ O	< 1.2%
	Fe ₂ O ₃	< 0.5%
	SO ₃	< 0.5%
Tvar zrna:	Kulatý	
Typ:	Inertní	
Barva:	Bílá	
Tvrdost:	6 Mohs	
Sypná hmotnost:	1.5 Kg/dm ³	
Měrná váha:	2.46 Kg/dm	
Velikost zrn:	040 – 070 µm	
	065 – 105 µm	
	075 – 125 µm	
	090 – 150 µm	
	100 – 200 µm	
	150 – 250 µm	
	200 – 300 µm	
	300 – 400 µm	

Analýza korozních produktů

87#ARLP400-103

87#INET. GEOLOGY / CZ

QuantAQ Semi-Quantitative Analysis Result

File Name: ZEMAN-9.480
Description: Korozní drt, folie, thl. cel.
Matrix Type: Element
Sample Identity: Bartonickova 2

Elements	Net Intensity (Kcps)	Concentration (%)	Normalized Concentration (%)
Fe	243.557	14.7 %	82.2 %
Si	4.595	1.04 %	3.79 %
K	4.029	0.549 %	3.07 %
In	3.863	0.489 %	2.73 %
Ca	3.225	0.276 %	1.54 %
Al	1.019	0.244 %	1.36 %
S	1.574	0.221 %	1.25 %
Cl	0.743	0.144 %	0.801 %
P	0.499	0.114 %	0.639 %
Na	0.744	530 ppm	0.297 %
Ti	0.433	470 ppm	0.261 %
Cu	0.068	100 ppm	570 ppm

File: Mylar6

Binder/Flux:

Concentration: 0.000 %
Weights: 0.000 [g]
Sample Weight: 0.000 [g]

Scan time factor: 2

Total number of elements identified: 12

Sum before normalization to 100%: 17.62

T. STAMBOLOV

KOROZE A KONZERVACE KOVOVÝCH PAMÁTEK A UMĚLECKÝCH DĚL

Amsterdam, 1985

Přeložil: Prof. Ing. Jiří Zelinger, DrSc

Praha, 2001.

ATMOSFÉRICKÁ KOROZE

Ve styku se suchým kyslíkem železo oxiduje do různých stupňů, a proto se postupně objevují oxidy trojmocného železa. Na Obr. 35 tento jev je znázorněn. Oxidace začíná vytvořením kompaktní vrstvy oxidu železnatého. Další přístup kyslíku postupně mění tento oxid na magnetit a dále na oxid železitý. Později uvedený může existovat ve dvou modifikacích: $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, který je uložen do krychlové krystalické struktury a je stabilní za pokojové teploty a $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$, který má romboedrickou (klencovou) strukturu a je stabilní při vyšších teplotách. Film oxidu je z počátku velmi tenký, postupně ale tloustne a zvláště když je doprovázen postupným vzrůstem teploty, jeho další růst modifikuje světlo, které jím proniká a výsledkem toho je interference barev. Barevná stupnice vzhledem k povrchu železa je následující:

žlutá při 232 °C

hnědožlutá při 255 °C

hnědá při 265 °C

růžová při 277 °C

světlemodrá při 288 °C

tmavomodrá při 293 °C

modročerná - šedočerná při 316 °C

Poslední tři barvy jsou zajímavé, protože jsou známkou vývoje ochranné vrstvy na železe. Jejich tvorby se využívá k barvení, resp. napouštění železa (bluing), při závěrečném zpracování zbraní, brnění, nástrojů a přístrojů.

Vlhký vzduch hydratuje hydroxid železitý na limonit $\text{FeO}(\text{OH})$, který vzhledem k tomu, že je amorfní, nemůže chránit kov pod ním. Ve skladbě rzi je také **lepidokrocit**, $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

FeO(OH)/, **goethit**, /alfa-FeO(OH)/ a hydroxid železnatý, který zmíněný je schopen do sebe pojmout až 10% železitých iontů.

Dle mínění SCHWARZe /217/ škody způsobené rží se stanou vážné pouze v atmosféře znečištěné významně oxidem siřičitým ^{*)}. Při relativní vlhkosti překračující 60 % začíná charakteristický proces, který končí vytvořením četných bělavých hnízd. Pečlivá pozorování ukázala, že tato hnízda jsou nejprve pokryta rží a to je činí neviditelnými. Jejich existence vychází postupně najevo vytvořením četných puchýřků na rezavějícím železe. Později prasknutí puchýřků odhalí světle zbarvený nános, který byl identifikován jako síran železnatý /217/. Tento nános může být po mnoha letech rezivění až 1 mm tlustý.

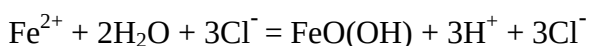
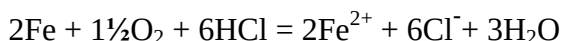
Obr. 36 ukazuje, že rez FeO(OH) působí jako katoda vzhledem ke kovu, při čemž atmosférický kyslík je redukován na úkor vlastního železa, v tomto případě anody, které je oxidováno na dvojmocné železo. Hydroxylové ionty uvolněné při těchto red-ox procesech vzhledem k jejich negativnímu náboji postupují k anodě, tj. ke kovu. Při této cestě reagují se železnatými ionty a vytvářejí hydroxid železnatý Fe(OH)₂, který se sráží. Také SO₄²⁻-ionty vzniklé při oxidaci SO₂ se pohybují stejnou cestou a vytvářejí síran železitý ^{**)}. To je velmi nebezpečné vzhledem k vlastnímu průběhu procesu. Síran železnatý, i když všeobecně nestálý, se chová odlišně, když je uzavřen v rezovém puchýřku, poněvadž jeho vznik je důsledkem aktivity místního galvanického článku. Jinými slovy činnost článku vede k uložení síranu železnatého, který má snahu izolovat anodu od dodávky kyslíku a tak umožňuje jeho snadnější přístup ke katodě. Tato anodická vrstva ovšem nezabrání transportu elektronů nebo síranových iontů a tak skutečný vliv na činnost článků je podpůrný a umožňuje malému množství SO₄²⁻-iontů vážné poškození. Pronikající voda do puchýřků rozpouští síran železnatý, ale za uvažovaných podmínek to je jenom dodávání dalšího elektrolytu a to ve skutečnosti intenzifikuje aktivitu článku a přispívá k dalšímu vzniku síranu železnatého. Vlhkost je současně vázána jako hydroxid oxidovanými železnatými ionty a gelovitá membrána rží vzniklá tímto způsobem zabraňuje širšímu přístupu vody k síranu železnatému. Vyrůstající nedostatek vlhkosti může vést ke vzniku nerozpustného zásaditého síranu

^{*)} Pozn. recenz.: V současné době je třeba uvažovat i znečištění atmosféry chloridovými ionty, jejichž koncentrace stoupá vlivem solení komunikací.

^{**)} Rez snadno absorbuje oxid siřičitý, což je obvykle vysvětlováno její katodickou funkcí. Uvolněné hydroxylové skupiny udržují rez ve flokulovaném stavu, což vede k její vysoké reaktivitě. Oxidace SO₂ potom nastává působením kyslíku za podpory železnatých a železitých iontů v rží.

železitého. Předpokládá se, že posledně zmíněný síran bude zastavovat korozi, ale vzhledem k tomu, že jeho vznik vyžaduje dlouhé období, má to prakticky malý význam.

Jiné agresivní znečištění vzduchu ve vztahu ke korozi železa je chloridový iont ^{*)}. Jeho koncentrace v atmosféře je ovšem pouze 1/30 k oxidu siřičitému /217/ a tak studie zabývající se jeho významem k vzniku rzi jsou vzácné. FEITKNECHT /69/ je toho mínění, že chloridové ionty katalyzují oxidaci železa :



Vzhledem k tomu, že neexistují stabilní zásadité sloučeniny železa s chloridy, je takto podporována tvorba rzi. Tato je málo rozpustná, snadno se sráží ve zředěných kyselých roztocích a působí jako katoda. Stejně jako v případě oxidu siřičitého i chloridové ionty jsou také adsorbovány rzí. Jejich škodlivý účinek na železo představuje spíše proděravění vrstvy rzi a katalytický účinek než uložení soli. Vliv chloridových iontů, popsáný dříve, vyhovuje pouze pro podmínky atmosférické koroze. V půdě a v moři, s koncentrací chloridů až do 20 g/kg vody, je koroze železa zcela jiná. Způsob napadení, poškozující změny a následující potíže týkající se konzervace a péče o archeologické předměty získané z moře, motivovaly odborníky, aby věnovali tomuto předmětu plnou pozornost. Jejich pozorování a závěry, pokud byly zveřejněny během času a ty z nich, které jsou významné k pojednávání látky, budou popsány podrobně v následující kapitole 5.2.2.

Železné předměty umístěné blízko dřeva /68/ projevují snahu korodovat, což je vyvoláno vystavením párám kyseliny octové. Často dostačuje tak nízká koncentrace této kyseliny (0.5 ppm) ve vzduchu k napadení většiny kovů.

^{*)} Pozn. recenz.: Zdroje významného znečištění atmosféry chloridy jsou především dva: v přímořských atmosférách z rozstřiku mořské vody a ve vnitrozemských atmosférách jako důsledek solení silnic proti námraze. Rovněž půdní elektrolyty a přírodní podzemní vody mohou obsahovat značné množství chloridů.

Tanin A

2 Identifikace nebezpečnosti

· Klasifikace přípravku:



Xi Dráždivý

· Nebezpečí pro osoby a životní prostředí:

R 38 Dráždí kůži.

R 41 Nebezpečí vážného poškození očí.

· Klasifikace: Klasifikace je v souladu s platnou legislativou, zahrnuje údaje z odborné literatury a firemní database.

3 Složení/informace o složkách

· Chemická charakteristika

· Popis: Přípravek obsahuje níže uvedené nebezpečné látky.

· Přípravek obsahuje tyto nebezpečné látky:

CAS: 68411-30-3 EINECS: 270-115-0	benzenesulfonic acid, C10-13-alkyl derivs., sodium salts	<i>Xn, Xi; R 22-38-41</i>	15-30%
CAS: 34590-94-8 EINECS: 252-104-2	(2-methoxymethylethoxy) propanol		<5%

· Složky dle nařízení 648/2004/ES o detergentech:

aniontové povrchově aktivní látky	15 - 30%
-----------------------------------	----------

· Další upozornění: Texty R vět surovin jsou uvedeny v kapitole 16.

8 Omezování expozice / osobní ochranné prostředky

· Technická opatření: Viz bod 7.

· Expoziční limity:

112-34-5 2-(2-butoxyethoxy)ethanol
NPK () NPK-P: 200 mg/m ³ PEL: 100 mg/m ³

· Dodatečná upozornění: Použité podklady jsou převzaty z platné dokumentace.

· Osobní ochranné prostředky:

· Obecná ochranná a hygienická opatření:

Skládujte odděleně od potravin, nápojů a krmiv.

Potřísněný oděv ihned svlékněte.

Po práci a před přestávkou si důkladně umyjte ruce a exponovanou pokožku. Nejezte a nepijte při používání.

Chraňte oči a pokožku.

· Ochrana dýchacích orgánů:

Při běžném použití se nevyžaduje. Při práci je třeba zabránit vdechování par, prachu nebo aerosolu.

· Ochrana rukou:



ochranné rukavice

Materiál rukavic musí být nepropustný a odolný vůči přípravku/látce.

· Materiál rukavic: nitril

· Doba průniku materiálem rukavic: Dodržujte veškerá doporučení výrobce ochranných rukavic.

· Ochrana očí:



ochranné brýle nebo obličejový štít

9 Fyzikální a chemické vlastnosti

· <i>Všeobecné informace</i>	
Skupenství (při 20°C):	kapalné
Barva:	nažloutlá
Zápach (vůně):	charakteristický
Teplota (rozmezí teplot) tání (°C):	není stanovena
Teplota (rozmezí teplot) varu (°C):	není stanovena
· Bod vzplanutí (°C):	nemá
· Teplota vznícení:	není stanovena
· Samozápalnost:	není samozápalný
· Nebezpečí exploze:	není nebezpečí exploze
· Tenze par:	není stanovena
· Hustota při 20°C:	1,025 g/cm ³
· Rozpustnost/ mísitelnost	
ve vodě:	dokonale mísitelný
· v alkoholu:	není stanovena
· v ketonech:	není stanovena
· v polárních rozpouštědlech:	není stanovena
· v nepolárních rozpouštědlech:	není stanovena
· v alifatických uhlovodících:	není stanovena
· v aromatických uhlovodících:	není stanovena
· v organických rozpouštědlech:	není stanovena
· v chlorovaných uhlovodících:	není stanovena
· v rostlinných olejích:	není stanovena
· v glykolech:	není stanovena
· v parafinových olejích:	není stanovena
· pH (10 g/l) při 20°C:	3,2

· Rozdělovací koeficient n-oktanol/voda : není stanoven

10 Stálost a reaktivita

- Podmínky, kterým je třeba zabránit: Při dodržení návodu k použití a skladování nedochází k rozkladu.
- Materiály, kterých je třeba se vyvarovat:
- Nebezpečné reakce: Reakcí s alkáliemi se uvolňuje teplo.
- Nebezpečné produkty rozkladu: Nejsou známy nebezpečné rozkladné produkty.

15 Informace o předpisech

- Právní předpisy:
Zákon č. 356/2003 Sb. v platném znění a související vyhlášky a nařízení vlády a dále Nařízení Evropského parlamentu a Rady 1907/2006/ES.
- Klasifikace přípravku:



Xi Dráždivý

- R-věty:
38 Dráždí kůži.
41 Nebezpečí vážného poškození očí.
- S-věty:
26 Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
28 Při styku s pokožkou kůži ihned omýt velkým množstvím vody
37/39 Používejte vhodné ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.

Bezpečnostní list



Název výrobku: KRNB	Strana:	1 ze 3
	Revize:	2
	Datum revize:	20. 7. 2005

1. Identifikace výrobku

- 1.1 Obchodní název: KRNB – prostředek proti korozi
1.2 Údaje o výrobci: AVION spol. s r. o., Nádražní 92
667 01 Židlochovice, Česká republika
Identifikační číslo: 46967494
Držitel certifikátu číslo: S-590/2004 ČSN EN ISO9001:2001
Telefony: +420 547 231 009, +420 547 231 011
Fax: +420 547 231 012
E-mail: avion@cmail.cz

2. Informace o složení výrobku

- Chemická charakteristika: disperze parafrinických a isoparafrinických uhlovodíků v organickém ředidle s přísadou stabilizátorů a inhibitorů
Číslo CAS: 95-14-7, 64742-82-1
Číslo EINECS: 265-185-4
Nebezpečné složky:

Název složky	Obsah (%)	Číslo CAS	Symbol	R věta	S věta
Benzín lakový	> 80	64742-82-1	X _n	10-65	2-23-24-43-61-62
Benztriazol	< 1	95-14-7	X _n	10, 22	-

3. Údaje o nebezpečnosti výrobku

- Popis zdravotního rizika: lehce dráždí pokožku a sliznice, místně odmašťuje pokožku, může vyvolávat bolest hlavy, malátnost a narkotické stavy při vyšší koncentraci par na pracovištích
Popis rizika pro životní prostředí: zabraňte kontaminaci vodních zdrojů

4. Pokyny pro první pomoc

- Při potřísnění: vyměnit pracovní oblek, pokožku ošetřit sterilní gázou a vyhledat lékařskou pomoc
Při zasažení očí: vypláchnout vodou a vyhledat lékařskou pomoc
Při nadýchání: postiženého přenést na čerstvý vzduch
Při požití: vypít vodu a vyhledat lékařskou pomoc
Sdělení pro lékaře: postižený pracoval se směsí voskové disperze v organickém ředidle (benzín lakový)

5. Opatření pro hasební zásah

- Požární riziko: hořlavá látka II. třídy
Vhodná hasiva: pevné sorbenty, písek, zemina, CO₂, pěna
Zvláštní nebezpečí: v ohni se mohou uvolňovat toxické zplodiny (CO₂)

Bezpečnostní list



Název výrobku: **KRNB**

Strana: 2 ze 3
Revize: 2
Datum revize: 20. 7. 2005

6. Opatření při nehodách

Ochrana osob: zabránit kontaktu s kůží, očima a oděvem, v případě požáru provést evakuaci osob
Ochrana živ. prostředí: zabránit vniknutí do půdy a povrchových vod
Metody likvidace a čištění: disperze málo proniká do půdy, provést její sebrání do speciálních nádob a provést likvidaci ve spalovně

7. Pokyny pro zacházení a skladování

Pokyny pro skladování: výrobek se skladuje v uzavřených obalech a krytých a větraných skladech se stejnoměrnou teplotou 5-30 °C

8. Kontrola expozice a ochrana osob

Kontrolní parametry: nejvyšší přípustná (mezní) koncentrace 500 mgm⁻³ v pracovním ovzduší NPK-P pro benzín lakový
Ochrana očí: ochranné brýle nebo štítek
Ochrana rukou: pracovní rukavice
Ochrana kůže: pracovní oděv
Ochrana dýchacích cest: maska s filtrem
Obecná bezpečnostní a hygienická opatření: Při práci nejíst, nepít, nekouřit. Zákaz manipulace s otevřeným ohněm!

9. Fyzikální a chemické vlastnosti

Skupenství (při 20°C): vosková disperze
Barva: slabě hnědá
Pach: specifický po použitých surovinách
Bod tání: -46 °C
Bod vzplanutí: > 21 °C
Hořlavost: hořlavá látka, II. třída
Korozivní napadení: ocel 0,85 gm⁻², měď 2,1 gm⁻², zinek 1,4 gm⁻²
Samovznícení: 400 – 500 °C
Meze výbušnosti:
• Dolní mez: 1,1 %
• Horní mez: 6,0 %
Bod skápnutí: > 75 °C tuhého podílu
Hustota: > 850 kgm⁻³
Rozpustnost ve vodě: nerozpustný
Obsah tuhých podílů: > 14,5 %
Obsah účinné látky: neudává se
Mechanické nečistoty: < 0,03 %
Stabilita disperze: < 10 mm

10. Stabilita a reaktivita

Stabilita: za normálních podmínek stabilní
Nebezpečné reakce: nebezpečí výbuchu a požáru při otevřeném ohni

Bezpečnostní list



Název výrobku: KRNB	Strana:	3 ze 3
	Revize:	2
	Datum revize:	20. 7. 2005

11.Toxikologické informace

Akutní toxicita:	netoxický
Údaje o akutní toxicitě:	LD 50 orálně (krysa) > 6500 mgkg ⁻¹ LD 50 (ryby) 30 mgl ⁻¹

12.Ekologické informace

Rozložitelnost:	obtížná, při manipulaci s výrobkem nesmí dojít ke znečištění vodních zdrojů a půdy
-----------------	--

13.Informace o zneškodňování

Likvidace:	podle zákona o odpadech a dalších platných předpisech
------------	---

14.Doprava

Pozemní přeprava:	výrobek je nebezpečnou látkou pro přepravu dle předpisů ADR, RID, AND, ANDR, IMDG, ACAO, IATA a UN
-------------------	--

15.Informace o předpisech

Právní předpisy:	klasifikace dle zákona č. 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých dalších zákonů
------------------	---

Symbol rizika:	X ₁ – dráždivý
----------------	---------------------------



dráždivý

R věta:	10 Hořlavý
S věta:	16 Chránit před zdroji vznícení, nekouřit 29 Nevypouštět do kanalizace 36/37/39 Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít 61 Zabraňte uvolnění do životního prostředí

16.Další informace

Výše uvedené informace vyjadřují současný stav našich znalostí a nepředstavují žádné zjištěné vlastnosti. Uživatelé našich výrobků se zavazují řídit se všemi požadovanými nařízeními. Údaje zde obsažené nepředstavují jakostní ani jinou specifikaci výrobku, ani normu pro nakládání s výrobkem.