

# Povrcháři

8. číslo Prosinec 2018



„Povrchové úpravy ve strojírenství“

**Navrhování konstrukcí z oceli se zvýšenou odolností  
proti atmosférické korozi typu Atmofix**

**Porovnání osvitových simulací,  
rozdíly, dopady, analýza kolapsu nátěrového  
systému 2K - PUR**

**Nová rozpouštědlová nátěrová hmota  
se zlepšenou korozní odolností EPOPROTECT 0017**

**Dočasná ochrana povrchů kovových materiálů**



## Slovo úvodem

### **Vážení přátelé, povrcháři a strojaři,**

Všem pěkný předvánoční čas s přáním, ať se Vám podaří zvládnout všechny důležité úkoly od svých nejbližších a třeba i některé z požadavků náročné doby na ještě větší výkony, vyšší úspory, vyšší daně, vyšší ceny energií, vody a materiálů, až třeba po ty nespelnitelné. Pokud i Vy nestiháte, piště a tiskněte na zelený papír – to uklidňuje. Pokud zákazník nemá nic proti, používejte zásadně odstíny RAL zelená. Pokud ani to nepomůže, noste při sobě nebo na sobě zelené doplňky. Stačí i zelená vestička, která ať tenká, ochraňuje řidiče i pěší, domovy i důstojný život a hlavně budoucnost.

Ať se nám všem v souboji s okolím i s časem podaří uhrát dobrý výsledek, aby sváteční dny byly plné spokojenosti, štěstí i splněných přání. A pokud si najdete chvíli k zamyšlení nad tím vším, zvažte, co je vlastně skutečně důležité. Dnes a hlavně zítra.

Po tisíciletí žijí na naší planetě Zemi, v jakémkoliv časovém úseku, či společenském řádu (i neřádu), vedle sebe generace dříve či později narozených, společně na základě zákonů své doby, a především pravidel etiky a tradic. V tento krásný čas lidských setkání, oslav života i návratu životodárného slunce, by nikdo neměl zůstat sám, bez zájmu svého okolí a se svými problémy. Přispějme k tomu všichni dle svých možností, síly a vstřícnosti. Dárkem, papírovou pohlednicí, ale třeba i podáním ruky.

Pokud si uvědomujeme místo i dobu, kde žijeme, nesmíme zapomínat na poznání i odkazy našich předků a vážit si všeho, co zde pro nás vybudovali a zachovali. Je i naší povinností nadále chránit a uchovávat nejen hmotné statky, ale především svébytnost našeho státu a území, vzdělanost, kulturu a tvůrčí intelekt všech jeho obyvatel.

Měřítkem mentality našich lidí je nezdolná víra v budoucnost jedince, rodiny i celého státu na zásadách křesťanství působící na obyvatele pořímské Evropy jeden a půl tisíciletí, ale zároveň i tradice a víra našich slovanských předků různého přesvědčení v nekonečnost obnovy života, dané zázrakem zrození nového života, ve které i my všichni společně věříme a jen různým způsobem oslavujeme.

Přejme si všichni společně, ať záře svící, žárovek či jiných vynálezů člověka poskytují i nadále světlo na práci i na radost a prozáří domovy pracovitých a šikovných obyvatel našich zemí nejen o Vánocích.

Všem čtenářům a dopisovatelům, povrchářkám a povrchářům, přejeme všichni z redakce Povrcháře:

„Veselé svátky vánoční, radost z cesty na půlnoční, pod stromeček kopu dárků, dobré pití do pohárků, od muziky pevný krok, a pak šťastný celý nový rok.

### **Zdraví Vás Vaši**



doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.



Ing. Jan Kudláček, Ph.D.



## „Povrchové úpravy ve strojírenství“

S možnou certifikací dle Std. – 401 APC – Korozní inženýr

Na základě požadavků technické veřejnosti, především ze strojírenských podniků a na základě doporučení Centra pro povrchové úpravy pořádá Fakulta strojní ČVUT v Praze, v rámci programu Celoživotního vzdělávání na ČVUT v Praze dvousemestrové studium „Povrchové úpravy ve strojírenství“.

Cílem tohoto studia je přehlednou formou získat potřebné poznatky z oboru koroze a povrchových úprav, pro všechny zájemce, kteří chtějí pracovat efektivně na základě nejnovějších poznatků a potřebují získat na základě tohoto studia potřebnou kvalifikaci.

Způsobilost získanou na základě tohoto studia, je možno prokázat akreditovanou kvalifikací a certifikací podle standardu APC Std-401/E/01 „Kvalifikace a certifikace pracovníků v oboru koroze a protikorozní ochrany“ (Korozní inženýr).

### Termín zahájení 19. února 2019.

Ve svých pedagogických záměrech je toto studium koncipováno tak, aby získané vědomosti umožnily řešit, pracovníkům v oboru povrchových úprav, nejen běžné aktuální odborné problémy, ale i koncepční a perspektivní otázky na svých pracovištích.

Důraz je kladen na vytvoření uceleného přehledu teoretických a praktických poznatků v souladu s nejnovějšími znalostmi v oboru povrchových úprav, ale i souvisejících disciplínách a předmětech.

Koncepce studia vychází z celosvětového dynamického rozvoje tohoto důležitého a průřezového oboru, který svojí úrovní ovlivňuje technickou vyspělost výrobků, jejich kvalitu a životnost.

Cílem tohoto studia je omezit technologické zaostávání a zvýšit konkurenceschopnost. Spoluprací s řadou zástupců předních odborných firem a vytvořením špičkového týmu vyučujících jsou dány všechny předpoklady, aby absolventi tohoto studia získali nejen přehled v oboru, ale též kontakty na odborníky z jednotlivých specializací v oboru povrchových úprav.

Studium je uspořádáno tak, aby nejdříve byly doplněny znalosti základních předmětů a disciplín, v návaznosti na tento teoretický základ, je pak koncipována výuka odborných předmětů a specializovaných technologií, týkajících se povrchových úprav.

V prvním semestru je výuka zaměřena na rozšíření odborných znalostí v oblasti strojírenských materiálů, v základech teorie koroze, fyzikální chemii, v korozních charakteristikách kovů, volbě materiálů a korozním zkušebnictvím.

Ve druhém semestru je výuka zaměřena na jednotlivé technologie povrchových úprav – kovových a nekovových anorganických povlaků a vrstev a technologie organických povrchových úprav. Pozornost je věnována předúpravám povrchů kovů, čištění a konverzním vrstvám. Postupně jsou probírány technologie galvanického pokovení, pokovení žárovým nástřikem, v roztavených kovech i smaltování.

Výuka je orientována též na problematiku přístrojové techniky a zkušebnictví v oboru povrchových úprav i obecně ve strojírenství.

Zařazeny jsou přednášky o progresivních strojírenských technologiích v souvislostech s tímto oborem a o zařízení pro povrchové úpravy. Výuka je orientována i na otázky legislativy, ekologie i bezpečnosti práce. Pozornost je věnována normám, legislativě a bezpečnosti práce.

Studium je kombinované s přednáškami a semináři na Fakultě strojní ČVUT v Praze-Dejvicích a s praktickými cvičeními na špičkových pracovištích povrchových úprav formou exkurzí. Předpokládaný počet posluchačů ve studijní skupině je 20 – 25. Výuka proběhne v deseti dvoudenních soustředěných s výukou 1x za měsíc. Na závěr studia se uskuteční exkurze do vybraných provozů a konzultace k specializovaným odborným okruhům dle zaměření posluchačů. Podle potřeb a předchozího vzdělání posluchačů je možno studium ukončit absolvováním přednášek, respektive vypracováním samostatné závěrečné práce na téma v souladu s požadavky pracoviště posluchače, nebo kvalifikační zkouškou podle standardu APC Std-401 se získáním certifikátu KI - korozního inženýra. Požadavkem k přijetí ke studiu je dokončené středoškolské vzdělání.

Studium je organizováno na základě požadavků specifikovaných Centrem pro povrchové úpravy na základě potřeb strojírenských podniků a organizací v ČR.

Organizaci studia zajišťuje Ú 12133 – Ústav strojírenské technologie, Fakulty strojní v rámci celoživotního vzdělávání na ČVUT v Praze. Každý z účastníků si studium hradí individuálně na základě podepsané smlouvy. Náklady na studium činí 30.000,- Kč pro jednoho posluchače. Cesty, ubytování a stravování hradí vysílající organizace nebo účastník sám. Certifikaci zajišťuje akreditované Certifikační sdružení pro personál – APC Praha. Cena za zkoušku a certifikaci dle STD – 401 APC (Korozní inženýr) je cca 11.000,- Kč a není obsažena v ceně studia. (info o certifikaci na [www.apccz.cz](http://www.apccz.cz))

|                 |                                 |                            |           |
|-----------------|---------------------------------|----------------------------|-----------|
| Vedoucí studia: | Ing. Jan Kudláček, Ph.D.        | jan.kudlacek@fs.cvut.cz    | 605868932 |
| Odborný garant: | doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. | viktor.kreibich@fs.cvut.cz | 602341597 |

Přihlášku ke studiu je možné získat na [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)

## Učební plán

### 1. semestr: Materiály, koroze a protikoroziční ochrana – 72 hodin

| Téma                             | Počet hodin     |
|----------------------------------|-----------------|
| 1. Základy koroze a formy koroze | 6               |
| 2. Strojírenské materiály        | 12              |
| 3. Fyzikální chemie              | 6               |
| 4. Degradční korozní mechanismy  | 6               |
| 5. Koroze dle prostředí          | 8               |
| 6. Koroze materiálů              | 10              |
| 7. Korozní inženýrství           | 6               |
| 8. Inspekce a koroze             | 6               |
| 9. Koroze v průmyslu             | 6               |
| 10. Tribologie                   | 6               |
| <b>Celkem</b>                    | <b>72 hodin</b> |

### 2. semestr: Technologie povrchových úprav – 72 hodin

| Téma                               | Počet hodin     |
|------------------------------------|-----------------|
| 10. Předúpravy a čištění povrchu   | 6               |
| 11. Kovové povlaky                 | 16              |
| 12. Nekovové anorganické povlaky   | 6               |
| 13. Dočasná protikoroziční ochrana | 4               |
| 14. Organické povlaky              | 14              |
| 15. Kontrola kvality               | 8               |
| 16. Ekologie povrchových úprav     | 8               |
| 17. Exkurze                        | 10              |
| <b>Celkem</b>                      | <b>72 hodin</b> |

# Navrhování konstrukcí z oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi typu Atmofix

Ing. Michal Zoubek, doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. – ČVUT v Praze, FS, Ústav strojírenské technologie

## Abstrakt

Cílem příspěvku je seznámit čtenáře s problematikou navrhování konstrukcí z ocelí se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi typu Atmofix s ohledem na zajištění spolehlivého provozu a požadované životnosti konstrukce. Omezení, která je třeba zohlednit při samotném návrhu konstrukce pro dosažení příznivé tvorby ochranné patiny, vyplývají z korozní agresivity prostředí, konstrukčních řešení detailů či z normativních předpisů objednatele. Mimo tato omezení je v příspěvku řešena i problematika protikorozní ochrany pomocí nátěrových hmot a příklady poruch plynoucí z nevhodného řešení detailů konstrukce, nevhodných podmínek pro provoz či nedostatečné údržby.

## 1. Patinující oceli

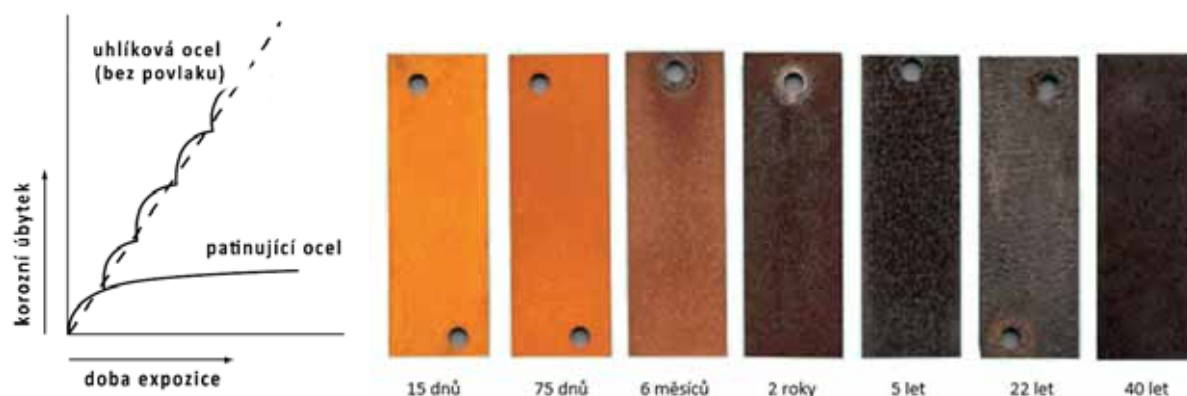
Oceli se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi, označované též jako patinující, představují nízkolegované uhlíkové konstrukční oceli, které obsahují určité množství legur za účelem tvorby ochranné vrstvy oxidů neboli patiny. Mezi hlavní legury těchto materiálů patří fosfor, měď, chrom, nikl, molybden, případně vanad, niob a titan. Samotný vývoj těchto materiálů započal ve 30. letech minulého století, masivní rozmach použití těchto ocelí nastal především v období 70. a 80. let, kdy se jednalo především o využití v energetice pro konstrukce stožárů přenosové soustavy, nákladní vagóny, konstrukce mostů. Vzhledem k estetickým vlastnostem patinujících ocelí a v příznivých podmínkách i snížení nákladů v případě nahrazení povlakované konstrukce se lze s těmito materiály běžně setkat i na opláštění budov, prvcích městských mobiliářů, ale i v moderním sochařství. Hlavní předností těchto materiálů je především při správném a spolehlivém vývoji patiny možnost ponechat konstrukce bez povrchové úpravy. V Československu byly vyvinuty patinující oceli pod obchodním názvem Atmofix A a Atmofix B (Vítkovice a.s.). Intenzivní vývoj patinujících ocelí probíhá především v USA (U.S. Steel, Stelco, Armco) a Japonsku (Nippon Steel, JFE Steel Corp.), kde je kladen i vysoký důraz na zvýšení odolnosti vůči chloridům (vyšší podíly Cr a Ni). Technické dodací podmínky na konstrukční oceli se zvýšenou odolností proti korozi specifikuje technická norma ČSN EN 100025-5. [1, 2, 3, 4] Celosvětově nejpoužívanější ocel se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi, která byla uvedena na trh v roce 1959 pod obchodním názvem COR-TEN, tedy CORrosion resistance (odolnost vůči korozi) – TENSile strenght (pevnost v tahu) vyznačující se obsahem 0,1–0,2 % P, 0,2–0,5 % Cu a 0,5–1,5 % Cr byla patentována již v roce 1933 v USA. V Československu byl materiál obdobných vlastností vyvinut na přelomu 60. a 70. let pod označením Atmofix, a to ve dvou základních jakostech Atmofix-A a Atmofix-B. Chemické složení základních typů ocelí se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi udává tabulka 1.[2, 3, 14]. Obecně se udává, že životnost patinujících ocelí, která je především závislá na korozní agresivitě prostředí (tedy na předpokladu správného vývoje ochranné patiny) je při vhodné aplikaci 4x až 8x delší oproti běžné konstrukční uhlíkové oceli.[3]

**Tabulka 1:** Chemické složení nejběžnějších typů patinujících ocelí

| Označení  | C         | Mn        | P           | S         | Si        | Cr        | Ni        | Cu        |
|-----------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| CORTEN A  | 0,12      | 0,20-0,50 | 0,070-0,150 | 0,030     | 0,25-0,75 | 0,50-1,25 | 0,65      | 0,25-0,55 |
| CORTEN B  | 0,19      | 0,80-1,25 | 0,035       | 0,030     | 0,30-0,65 | 0,40-0,65 | 0,40      | 0,25-0,40 |
| Atmofix A | max. 0,12 | 0,30–1,00 | 0,06-0,15   | max. 0,04 | 0,25-0,75 | 0,50-1,25 | 0,30-0,60 | 0,30-0,55 |
| Atmofix B | 0,1 -0,17 | 0,90-1,20 | max. 0,04   | max. 0,04 | 0,20-0,45 | 0,40-0,80 | 0,30-0,60 | 0,30-0,55 |

### 1.1 Tvorba patiny

Pro správnou tvorbu ochranné patiny je nutné zabezpečit pravidelné střídání cyklů ovlhčení a osušení konstrukce. Samotné ovlhčení je dáno především kondenzací vzdušné vlhkosti a je tedy silně závislé na tepelné kapacitě konstrukce a klimatických podmínkách uvažovaného prostředí. Vlivem objemu samotného konstrukčního dílu z patinující oceli či prvků v přímém styku s konstrukcí (typickým příkladem mohou být např. u mostních konstrukcí vnitřní výtuhy, betonová mostovka apod.) a jejich tepelné akumulace může docházet ke zpoždování teplotního cyklu povrchu s teplotním cyklem atmosféry. Z tohoto důvodu může docházet k výrazně častějšímu a déle trvajícimu ovlhčení vlivem kondenzace vzdušné vlhkosti. Takovýto jev je zachycen na obrázku 3. Dlouhodobé smáčení této plochy má negativní vliv na vývoj ochranné patiny, která se nevytváří, jak je patrné ze stečení korozních produktů na betonovém nosníku. Takovéto podmínky pak nejsou uspokojivé pro tvorbu ochranné patiny. U permanentně ovlhčených ploch je korozní rychlost srovnatelná s rychlostí koroze nepovlakované uhlíkové oceli. [2, 3, 11]. Při navrhování konstrukce z patinujících ocelí je také třeba zohlednit změnu odstínu konstrukce v průběhu expozice (viz obrázek 2).



**Obr. 1:** Schématické srovnání korozního úbytku patinující oceli a uhlíkové oceli bez povlaku [5] (vlevo), změna barevného odstínu ochranné patiny v průběhu expozice v atmosféře (vpravo) [3]



**Obr. 2:** Detail zakomponování sloupu z materiálu typu Atmofix do budovy Transgasu na Vinohradské třídě – vzhled patiny v roce 1979 (vlevo) [17] a v roce 2018 (vpravo)



**Obr. 3:** Dlouhodobé ovlhčení mostní konstrukce vlivem tepelné kapacity díla (zleva 12.3., 14.3. a 19.3)

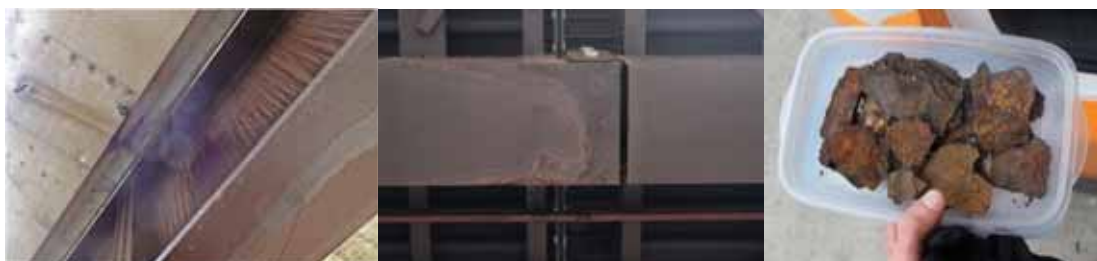
## 2. Korozní prostředí

Uplatnění patinujících ocelí bez úpravy, tedy v nepovlakovaném stavu je podmíněno splněním celé řady nutných podmínek pro správnou a spolehlivou tvorbu ochranné patiny. Úspory nákladů plynoucí z nahrazení běžné konstrukční oceli opatřené systémem protikorozní ochrany může být dosaženo pouze tehdy, je-li konstrukce navržena správně a zasazena do korozního prostředí vhodného pro daný typ patinující oceli. Je třeba také zohlednit speciální případy korozního namáhání, které mohou nastat v průběhu expozice, ať už vlivem nevhodně řešených detailů konstrukčního řešení či mohou být spojeny s významným vlivem korozních činitelů. Za kritické pro použití patinující oceli v holém stavu se udává hodnota rychlosti depozice  $\text{SO}_2 > 90 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$  a  $\text{SO}_3 > 2,1 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$  [2, 10]. Literatura [5, 6] uvádí jako nevhodné prostředí překračující koncentraci  $\text{SO}_2 > 250 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , což odpovídá stupni vyššímu než P3 dle ČSN EN ISO 9223. Současné znečištění běžné atmosféry  $\text{SO}_2$  v České republice je z tohoto pohledu značně podlimitní, a tedy vhodné pro použití patinujících ocelí.

Z hlediska chloridů se jako nevhodné prostředí považuje takové, které, lze z hlediska vzdušné salinity klasifikovat stupněm S3 dle ČSN EN ISO 9223. Nelze však zanedbat vliv posypových solí v oblasti plánovaného umístění konstrukce či případný přímý kontakt těchto agresivních látek s konstrukcí. Výrobci patinujících ocelí, ale i technické dokumenty spojené s navrhováním a použitím patinujících ocelí u ocelových konstrukcí mostů upozorňují, že i postřik či působení solných mlh z posypových solí je nežádoucí, a nelze tak zabezpečit spolehlivé fungování a požadovanou životnost konstrukce z důvodu urychlení korozního procesu vlivem chloridů. [2, 7, 6, 9, 13]. K negativním projevům může docházet již při depoziční rychlosti  $5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$  [1] (některé studie např. [15] uvádí i  $3 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ), což dle ČSN EN ISO 9223 odpovídá úrovni znečištění vzdušnou salinitou stupně S1.[16] V případě umístění konstrukce z patinující oceli do prostředí se zvýšeným obsahem chloridů nebo v případech, kdy nelze zajistit správný vývoj ochranné patiny, je nezbytné opatřit konstrukci ochranným nátěrovým systémem. Například pro oceli Atmofix je v podnikové normě VN 73 1466 výrobce materiálu typu Atmofix [2] doslovně uvedeno, že v případě atmosféry s jinými rozhodujícími druhy znečištění než  $\text{SO}_2$ , zejména se zvýšeným obsahem chloridů, je jejich uplatnění nevhodné a ocel je nutné chránit proti korozi ochranným systémem (nátěry, metalizací) podobně jako běžné konstrukční oceli. S obdobným požadavkem se lze setkat i v předpisech technických podmínek pro mosty a konstrukce pozemních komunikací z patinujících ocelí např. TP 197 nebo BD 7/01 [1, 6]. Lze tedy konstatovat, že hlavního benefitu patinujících ocelí, tedy možnosti snížit nákladovost díla spojenou s realizací PKO nátěry, je možné očekávat pouze tehdy, bude-li konstrukce umístěna ve vhodném prostředí. Pokud není možné zabezpečit vlivem korozní agresivity prostředí požadovanou životnost konstrukce, nebo dochází-li v důsledku neuspokojivé tvorby patiny k nežádoucím jevům (např. znečištění okolních ploch korozními produkty, neuspokojivý vzhled apod.) je třeba přistoupit k nápravným opatřením, tedy k opatření konstrukce povlakem.

## 2.2 Působení korozních činitelů

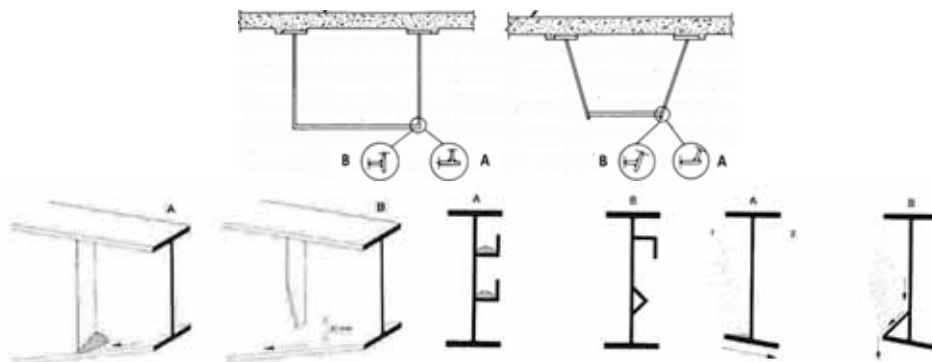
Z hlediska spolehlivé funkce konstrukce bez nutnosti konstrukci dodatečně povlakovat je nutné zamezit negativnímu působení korozních činitelů. Z tohoto důvodu je nezbytné zamezit koncentraci hygrokopických látek na povrchu, které přispívají k prodloužení doby ovlhčení, a tím i ke zvýšení korozního namáhání konstrukce (prach, nečistoty, stavební materiály, ptáčí trus, chloridy aj.). Zamezení koncentrace těchto látek musí být řešeno vhodným konstrukčním uspořádáním, ale i nezbytnou pravidelnou údržbou konstrukce spojenou s omytím ploch za účelem odstranění rozpustných solí. Omytí konstrukce však musí být provedeno tak, aby nebyla odstraněna ochranná patina (která musí být soudržná a nesmí sprášovat – důsledek nesprávného vývoje patiny a ztráty ochranné funkce).



Obr. 4: Příklady poškození mostních konstrukcí vlivem působení roztoků z posypových solí

## 2.3 Požadavky na tvar a provedení konstrukce

Návrh ocelové konstrukce a řešení detailů musí obdobně jako u povlakovaných konstrukcí zabezpečit dokonalý a plynulý odtok vody a zamezit koncentraci nečistot. Jedná se především o náklon konstrukce, řešení detailů výtuh (příčných i podélných), orientaci válcovaných profilů (L, U, T,...), detaily provedení svarových spojů, koutů a přesahů. V případě patinujících ocelí je navíc důležité zabezpečit, aby samotný tvar a objem konstrukce zajišťoval rovnoměrnou tvorbu patiny. Neméně významný vliv má i orientace konstrukce vůči světovým stranám, kdy strany orientované na východ a sever vykazují o 50% vyšší korozní ztráty než strany orientované na jih. Horizontálně umístěné plochy vlivem delší doby ovlhčení a vyšší kumulace nečistot mohou vykazovat až o 50% vyšší korozní ztráty. Rovněž je třeba uvažovat již zmiňovanou tepelnou kapacitu konstrukce a její vliv na dobu ovlhčení. Konstrukční zásady a doporučení lze dohledat například v [1, 2, 10, 11, 12]. V případě mostních ocelových konstrukcí je z hlediska protikorozní ochrany vnějších ploch výhodnější použití komorové konstrukce. U těchto konstrukcí dochází ke zkrácení doby ovlhčení (eliminace horizontální plochy), avšak je třeba počítat s nutností ošetření vnitřních ploch nátěrovými systémy z důvodu zadržování vody vlivem vzdušné kondenzace, provést odvodňovací otvory a vyřešit správné detaily připojení dolní pásnice. Tento detail je uveden na obrázku 3, kde je patrné zvýšené korozní namáhání svarového spoje z důvodu zadržování vody, nečistot a chloridů. Na obrázku 4 je pak zobrazeno toto nevhodné provedení detailu a z něj vyplývající nepřijatelný stupeň koroze (korozní produkty ve formě šupin nepřilnutých k podkladu). Projektant či architekt může nalézt doporučení týkající se návrhu konstrukčních detailů například v TP 179 [1], VN 73 1416 [2], ale i v celé řadě dokumentů publikovaných výrobcí patinujících ocelí [3, 4, 5, 10], užitečná může být také norma ČSN EN ISO 12944-3:2018 [18] resp. kapitola 5 – základní kritéria navrhování vztahující se k protikorozní ochraně a obrazové přílohy normy.



Obr. 5: Chybné (A) a správné (B) provedení detailu svaru u komorové konstrukce (nahore) [11], chybné (A) a správné (B) řešení některých detailů pásnice (dole) [10]



**Obr. 6:** Důsledek chybného řešení detailu svaru u komorové konstrukce (vlevo), ošetření vnitřních ploch komorové konstrukce nátěrovým systémem (vpravo)

Z hlediska PKO je výhodnější nahradit šroubové spoje svař. Svarové spoje musí být provedeny přídatným materiálem, který zaručí potřebné mechanické a korozní vlastnosti spoje. Detaily provedení svarových spojů jsou uvedeny opět v dokumentech výrobců patinujících ocelí či v technických podmínkách jednotlivých subjektů [1, 6]. V případě použití šroubových spojů se používají šrouby a matice z patinující oceli, pokud tomu tak není, je nutné šroubové spoje opatřit nátěry a z důvodu zabránění vzniku štěrbinové koroze opatřit spoje tmely. [2, 5, 10] Při kontaktu s běžnou uhlíkovou ocelí mohou vznikat korozní makročlánky, dále je nutné se vyvarovat použití šroubů povlakovaných Zn či Cd kdy z důvodu vytvoření galvanického článku vlivem ovlhčení dochází k urychlení korozního procesu těchto povlaků. Je nezbytné zajistit pro správný vývoj patiny a jednotný vzhled díla, aby konstrukce před expozicí v korozním prostředí byla zbavena okují, mastnoty, nátěrů, značek pro výrobu a expedici apod. Za účelem dosažení vysokého požadavku na vzhledové vlastnosti konstrukce je vhodné zvolit za účelem sjednocení ploch technologii tryskání.

Základní konstrukční požadavky lze tedy shrnout následovně:

- Prvky navrhovat s adekvátním korozním přídatkem pro zabezpečení spolehlivosti a životnosti.
- Konstrukce nesmí zadržovat stékající či kondenzovanou vlhkost, nečistoty a spad rzi.
- Štěrbin, kapsy, kouty a další problematické detaily eliminovat.
- Konstrukce musí mít jednoduchý tvar, vyvarovat se rozsáhlým volným plochám.
- Zohlednit doporučení ohledně provedení svarových, šroubových a nýtovaných spojů.
- Nevystavovat nepovlakovanou konstrukci styku se zemí či trvalému ovlhčení.
- Vnitřní plochy a plochy, u kterých hrozí nedodržení konstrukčních zásad ovlivnění správného vývoje patiny, opatřit systémem PKO jako u běžné konstrukční oceli.
- Při navrhování konstrukce z patinující oceli, zohlednit možnou kontaminaci přilehlých ploch korozními produkty stékajícími po nich v počátečním stádiu tvorby ochranné patiny, tedy volit takové materiály, které jsou neporézní a snadno čistitelné.
- Zohlednit v návrhu nutnost pravidelné kontroly, údržby a čištění konstrukce.

## 2.4 Povlakované konstrukce z patinujících ocelí

V případě nepříznivého vývoje patiny a selhání jejích ochranných vlastností, ať už z důvodu chybného provedení konstrukce či z důvodů působení významných korozních činitelů, které není možné eliminovat, je nutné opatřit konstrukci ochranným nátěrovým systémem. Skladba a provedení nátěrového systému by měla odpovídat způsobu, jakým by byla provedena PKO u běžné konstrukční oceli pro dané korozní prostředí (tedy dle požadavků souboru norem ČSN EN ISO 12944). V okamžiku, kdy dochází k tomuto řešení, přichází konstrukce o původní přidanou hodnotu, která spočívala především v možnosti snížení nákladů spojených s realizací nátěrů a jejich následnou obnovou. Při opravách konstrukce je nutné nátěry aplikovat na dokonale předupravený povrch tryskáním zbavený vlastních a cizích nečistot (především chloridů). V literatuře [3, 11, 12, 13] se uvádí, že povlakovaná patinující ocel může mít v určitých podmínkách vyšší životnost než stejná konstrukce z uhlíkové oceli. Navíc je toto řešení výhodné v případě defektů v nátěrovém systému, kdy v místě poškození povlaku může dojít k vytvoření ochranné patiny, a tím ke snížení korozní rychlosti a k zabránění „výkvětu rzi“, a tím i znehodnocení konstrukce a jejího okolí z estetického hlediska (viz obrázek 7). Povlakované patinující oceli mohou být použity pro stejné konstrukce, ve kterých by byly běžně použity povlakované uhlíkové oceli (stavební stroje, kontejnery, nákladní vagóny, mostní konstrukce, opláštění fasád atd.). [3] Životnost povlaků na patinujících ocelích souvisí stejně jako v případě povlakování konstrukce z běžné konstrukční oceli především se správnou volbou nátěrového systému, důkladnou přípravou povrchu a s důslednou realizací PKO. Při realizaci PKO na již exponovanou konstrukci vystavenou působení agresivních látek (např. chloridů), je nutné provedení důkladného oplachu konstrukce tlakovou vodou a následné tryskání konstrukce za účelem vytvoření kotevního profilu pro systém PKO.



**Obr. 7:** Patinující ocel opatřená nátěrem – detail poškození povlaku (vlevo), objekt ani jeho okolí není postiženo stékáním rzi z důvodu funkční ochranné patiny v místě defektů (vpravo)





**Obr. 8:** Prokorodování monumentu z Cortenu v prostředí zvýšené vzdušné salinity (2 km od pobřeží)

### 3. Závěr

V případě návrhu konstrukce z patinující oceli v nechráněném stavu je nutné zohlednit celou řadu aspektů pro zabezpečení správné tvorby patiny. Konstrukce musí být především umístěna v prostředí, které svoji povahou a podlimitním znečištěním umožní správný vývoj ochranné patiny. Konstrukci je navíc potřeba navrhovat s ohledem na zabezpečení nutné podmínky pro tvorbu ochranné patiny přirozenými cykly ovlhčení a osušení. Nevhodným konstrukčním řešením či objemem konstrukce či přilehlých ploch může naopak docházet k dlouhodobému ovlhčování konstrukce nebo zadržování vody a hygroskopických látek, a tím k nežádoucímu koroznímu napadení. Nelze také předpokládat, že u konstrukcí z patinující oceli odpadá podmínka údržby konstrukce či jejího monitorování. Je třeba také zdůraznit, že v případě zjištění skutečností o nesprávném vývoji patiny je z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti konstrukce nutné provést účinná opatření pro zamezení další korozní degradace. Tato opatření většinou spočívají v realizaci systému PKO obdobně jako pro konstrukci z běžné konstrukční oceli. Realizací následných povrchových úprav je však ztracena nejen unikátní estetika konstrukce, ale i původní plánovaná úspora nákladů na PKO.

Při rozhodování o vhodnosti použití patinujících ocelí je tedy nutné zohlednit:

- korozní agresivitu prostředí,
- specifická korozní namáhání,
- konstrukční omezení,
- omezení spojená s vývojem patiny,
- rizika spojená s nesprávným vývojem patiny.

Při splnění všech požadavků pro správný a spolehlivý provoz konstrukcí z patinujících ocelí lze docílit nejen unikátního vzhledu díla, ale i jeho funkčnosti a spolehlivosti.



**Obr. 9:** Umělecká instalace v ulici Na Příkopě

### Použitá literatura

- [1] *Technické podmínky staveb pozemních komunikací, TP 197 Mosty a konstrukce pozemních komunikací z patinujících ocelí*. 1. díl. Ministerstvo dopravy ČR, MOTT MACDONALD Praha, spol. s r. o., Praha, srpen 2008, 106 s. ISBN 978-80-904172-1-2
- [2] *Nosné konstrukce z patinujících ocelí Atmofix: Podniková norma VN 73 1466*. Ostrava: Vítkovice a.s., 1995.
- [3] *COR-TEN: Nippon Steel and Sumitomo Metal* [online]. Tokyo: Nippon Steel and Sumitomo Metal, 2008 [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: [https://www.nssmc.com/product/catalog\\_download/pdf/A006en.pdf](https://www.nssmc.com/product/catalog_download/pdf/A006en.pdf)
- [4] *JFE Steel Corporation: Products and Technology* [online]. [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <http://www.jfe-steel.co.jp/en/products/plate/b09.html>
- [5] *Weathering steel bridges: Corus Construction & Industrial* [online]. Orchard Corporate, 2005 [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: [http://resource.npl.co.uk/docs/science\\_technology/materials/life\\_management\\_of\\_materials/publications/online\\_guides/pdf/weathering\\_steel\\_bridges.pdf](http://resource.npl.co.uk/docs/science_technology/materials/life_management_of_materials/publications/online_guides/pdf/weathering_steel_bridges.pdf)

- [6] *Weathering Steel For Highway Structures, BD 7/01, part 8: Design Manual For Roads And Bridges* [online]. UK: The Highways Agency, 2001 [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <http://www.standardsforhighways.co.uk/ha/standards/dmr/b/vol2/section3/bd701.pdf>
- [7] SIGMUND, Jaroslav. *Vybrané speciální případy korozního namáhání*. In: 13. Mezinárodní odborný seminář Progresivní a netradiční technologie povrchových úprav: Sborník přednášek a prezentací. Jaroměř, 2016. ISBN 978-80-87583-14-2.
- [8] GAO, Xin-Liang, Yi HAN, Gui-Qin FU, Miao-Yong ZHU a Xing-Zhong ZHANG. *Evolution of the Rust Layers Formed on Carbon and Weathering Steels in Environment Containing Chloride Ions*. Acta Metallurgica Sinica (English Letters) [online]. 2016, 29(11), 1025-1036 [cit. 2018-11-02]. DOI: 10.1007/s40195-016-0472-4. ISSN 1006-7191
- [9] *Weathering Steel: For unpainted bridges and general construction* [online]. ArcelorMittal USA, 2008 [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: [http://www.constructalia.com/repository/transfer/en/resources/Catalogo/04029089ENLACE\\_PDF.pdf](http://www.constructalia.com/repository/transfer/en/resources/Catalogo/04029089ENLACE_PDF.pdf)
- [10] *Bridges in Steel: The Use of Weathering Steel in Bridges* [online]. Belgie: ECCS, CECN, EKS, 1992 [2018-11-02]. ISBN 92-9147-00-64. Dostupné z: [https://www.steelconstruct.com/site/index.php?module=store&target=publicStore&id\\_category=25&id=60](https://www.steelconstruct.com/site/index.php?module=store&target=publicStore&id_category=25&id=60) Bridges ECCS
- [11] ALBRECHT, Pedro. *Guidelines for the use of weathering steel in bridges*. Washington, D.C.: Transportation Research Board, National Research Council, 1989. Report (National Cooperative Highway Research Program), 314. ISBN 0-309-04611-4. Dostupné z: [http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_314.pdf](http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_314.pdf)
- [12] MC DAD, Bashar, David C. LAFFREY, Mickey DAMMANN a Ronald D. MEDLOCK. *Performance of Weathering Steel in TxDOT Bridges: A Research Project Conducted for the Texas Department of Transportation* [online]. 2000 [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <https://library.ctr.utexas.edu/digitized/texasarchive/phase2/1818-1.pdf>
- [13] DAMGAARD, N., S. WALBRIDGE, C. HANSSON a J. YEUNG. *Corrosion protection and assessment of weathering steel highway structures*. *Journal of Constructional Steel Research* [online]. 2010, 66(10), 1174-1185 [cit. 2018-11-02]. DOI: 10.1016/j.jcsr.2010.04.012. ISSN 0143974X
- [14] Corten B - Chemical Composition: AZO Materials [online]. [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=5228>
- [15] Morcillo, M., Chico, B., Díaz, I., Cano, H., & de la Fuente, D. (2013). Atmospheric corrosion data of weathering steels. A review. *Corrosion Science*, 77, 6–24. <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2013.08.021>
- [16] ČSN EN ISO 9223 Korozní agresivita atmosféry - Klasifikace, stanovení a odhad. 2012.
- [17] AULICKÝ, Václav. Transgas z archivu Václava Aulického [online]. [cit. 2018-11-02]. Dostupné z: <https://magazin.aktualne.cz/bydleni/transgas-z-archivu-architektaulickeho/r~c09927a6dd5311e681020025900fea04/r~a0f4980edd5311e6875c0025900fea04/>
- [18] ČSN EN ISO 12944-3 Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 3: Navrhování. 2018.

## Porovnání osvitových simulací, rozdíly, dopady, analýza kolapsu nátěrového systému 2K - PUR

Ing. Ondřej Janča, Ing. Radim Holuša – SYNPO akciová společnost

### Souhrn

Výklad a celkové porovnání urychlených osvitových zkoušek pomocí ultrafialových a xenonových zářivek s klimatickými změnami teploty a vlhkosti. Rozbor spekter, mechanismy degračních pochodů a jejich vliv na barevnost, lesk, křídovávání či mechanické namáhání. Dopady na reálně používané nátěrové systémy. Pojednání o kolapsu dvou komponentního polyuretanového systému (2K - PUR) vlivem slunečního záření a navržených adekvátních ochrany.

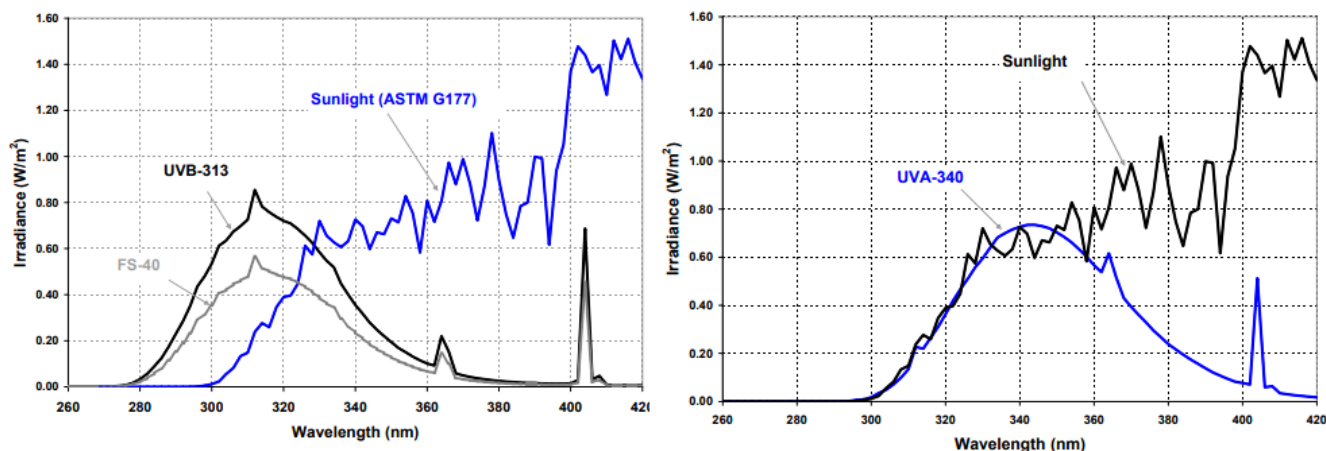
### Úvod

Technologie a výzkum nátěrových systémů jde neúprosně kupředu. Jsou kladeny neustále větší požadavky na odolnost jak korozní, tak proti změnám pohledového rázu. Jak se ale dopravujeme co nejdříve k výsledku, zda námi navržený nátěrový systém (dále NS) obstál ve zkoušce proti neúprosným povětrnostním vlivům, jako je zejména sluneční svit, teplo a déšť? Odpovědí jsou zařízení, které dokážou v laboratorních podmínkách urychleně simulovat nejvlivnější faktory degradace povětrnosti s osvětlením. Jedná se o simulace pod UV a XENON zářivkami.

### Podstata metod

Zmíněné metody reprezentují určitou část spektra, či soubor spekter, kterým je vystavován zkoušený NS spolu s vlivy teploty a vlhkosti v cyklické podobě.

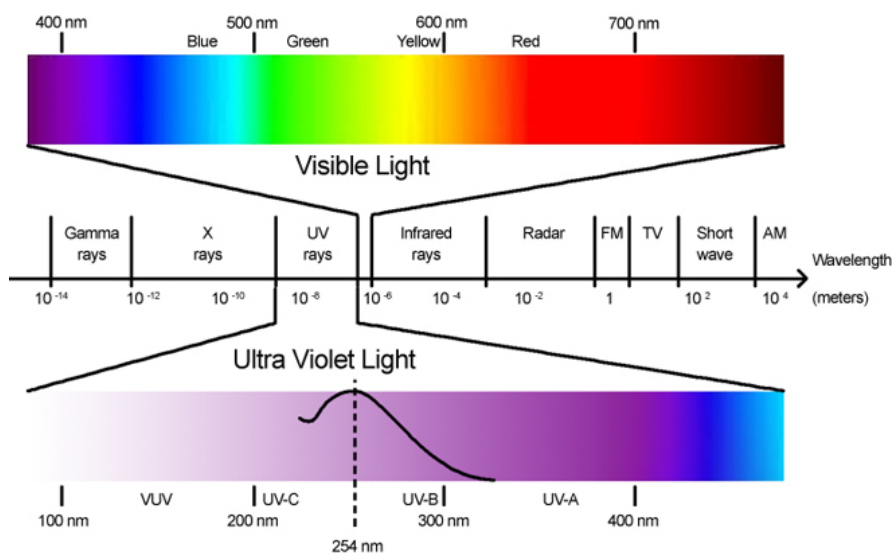
První z nich je zkouška: **Stanovení odolnosti pod UV lampami** (ČSN EN ISO 4892-3 pro plasty a jiné materiály, ČSN EN ISO 16474-3 pro nátěrové hmoty). Zkoušení je prováděno na zařízení Q-UV (firma Q-LAB). Jedná se o metodu simulace krátké vlnové délky emisního spektra UV záření, která je zodpovědná za notnou část degradačních pochodu NS či obecně polymerních látek. Na UV záření reagují zejména řetězce pojiva, které dodanou energií vibrují. Jedná se hlavně o nenasycené či konjugované vazby, jejichž rozpad způsobuje kolaps a křídování NS. Vývojka je v provedení buď **UV-B** (313 nm), což je silné degradační záření dopadající na povrch s obsahem 1% (slunečního záření), proto je vhodná pouze pro rychlé ověření stability NS málo odpovídajícímu reálnému prostředí. Nejpoužívanější výbojka je tedy právě část spektra **UV-A** (340 nm), která nejvíce podobně simuluje UV oblast slunečního záření, viz obr. 1



**Obr. 1:** Porovnání intenzit UV-A a UV-B části spektra se slunečním svitem  
([www.q-lab.com/documents/public](http://www.q-lab.com/documents/public))

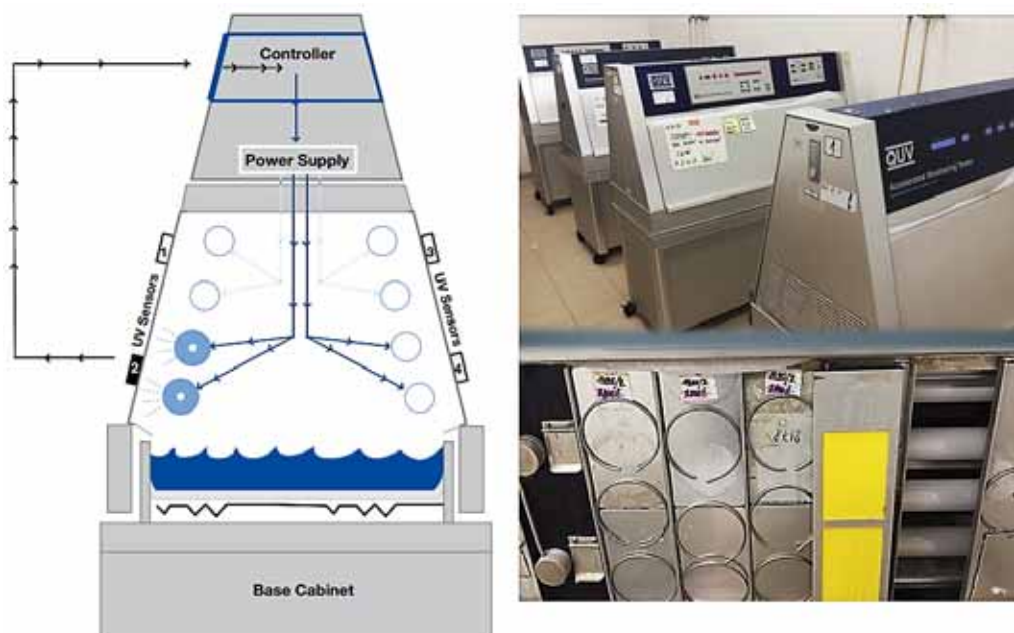
Při testu však nejsou vzorky vystaveny pouze osvětlení, nýbrž dalším vlivným faktorům, které dohromady tvoří velice silný synergický efekt.

Teplota obecně urychluje veškeré reakce a pochody, včetně těch degradačních, proto je pro věrnou simulaci nutno striktně dodržet teplotu předepsanou. Dalším významným faktorem je samotná vlhkost. Napomáhá hydrolyze, vzniku puchýřků, a to zejména závisí na době ovlhčení povrchu. Je nutno však brát v potaz, zda je viníkem vlhkost ve formě deště či např. rosa. Ovhlčení rosou, čili z kondenzování vzdušné vlhkosti při ranních teplotách překročením rosného bodu, způsobuje na povrchu předmětu silnou adsorpci a tím dochází k dlouhému ovlhčení podporující degradaci. Na druhou stranu déšť zapříčiňuje také ovlhčení, avšak má významnější efekt a tím je termální šok. Navíc zde působí také mechanická eroze, a ta je způsobena čistícím efektem při stékání kapek vody po povrchu.



**Obr. 2:** Ukázka jednotlivých složek záření

Samotná zkouška pracuje v tzv. denním a nočním cyklu. Pro NS je 4 h osvit při normované intenzitě ( $W/m^2 \cdot nm$ ) za nízké relativní vlhkosti (RH - bez regulace) při 60 °C, poté následuje noční cyklus bez UV osvětlení s kondenzací vlhkosti (100% RH) při zvýšené teplotě 50 °C, popis zařízení viz obr. 3. Expozice vlhkosti v zařízení je možná dvěma způsoby. Kondenzace vlhkosti (simulace rosy) či postříkáním z trysek (simulace deště), verze Q - UV s tryskami se používá především pro střešní NS, kde má déšť důležitý opodstatnění.



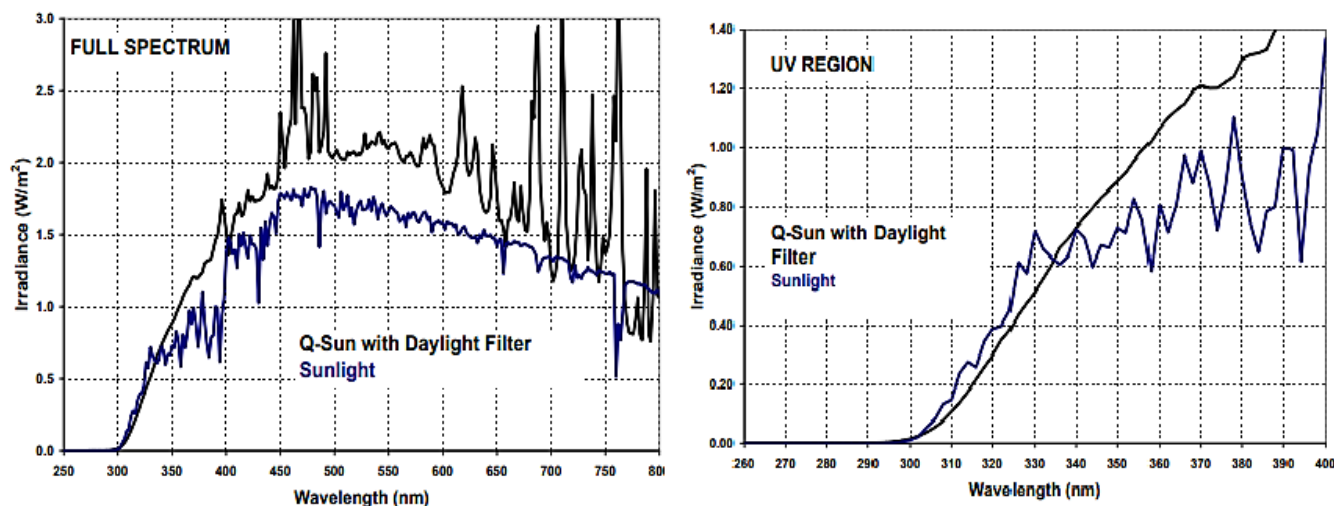
Obr. 3: Schéma zařízení Q-UV, včetně reálné podoby, vzorků a útrobu

Další zkouškou simulace osvětlení je: **Expozice umělému záření xenonové výbojky** (dle ČSN EN ISO 4892-2, 16474-2). Tato metoda, podstatně mladší než UV zkoušky, je věrnou simulací slunečního svitu. UV zkouška vypoví mnoho, avšak dokáže simulovat věrohodně sluneční záření pouze v UV oblasti do 340 nm potažmo 360 nm (viz obr. 1). Sluneční záření obsahuje ale další části spekter, což je oblast viditelného světla, to co registruje lidské oko (VIS), a také část infračerveného světla – neboli tepla (blízká IČ). Bylo také zjištěno, že VIS + IČ oblast může znamenitě ovlivňovat degradační pochody a rozklady částí NS, zejména s obsahem světlo-nestabilních pigmentů či jiných složek.



Obr. 4: Schéma a samotné zařízení Q-SUN se vzorky

Zkouška je prováděna na zařízení Q-SUN od stejnojmenné firmy. Výhodou je také možnost exponování 3D dílců, na rozdíl od Q-UV (tam pouze panely 15 x 7,5 cm). Zařízení má více variací, včetně množství filtrů pro úpravu záření (denní světlo, okenní sklo, extended UV atd.). Nejvíce používaný filtr je právě denní světlo, který nejrealističtěji kopíruje sluneční svit. Metoda má nespočet modulací a používaných norem, od Kalahari testu s nízkou vlhkostí, přes Florida test s vysokou vlhkostí, až přes nepoužívanější test pro střední Evropu, kde cyklus trvá 2 hodiny: 1 h 42 min je osvit při 60 % RH a necelých 40 °C (je tedy vhodný i pro citlivé materiály na vlhkost jako jsou barviva, tkaniny atd.) s následnou 18 min fází s osvětlením a postřikem vysoce čisté DI vody, simulující jak ovlhčení materiálu, termální šok tak mechanické namáhání deštěm, s následným zahřátím povrchu spojeným s desorpčí vody, což je spojeno s adhezním namáháním povlaku.



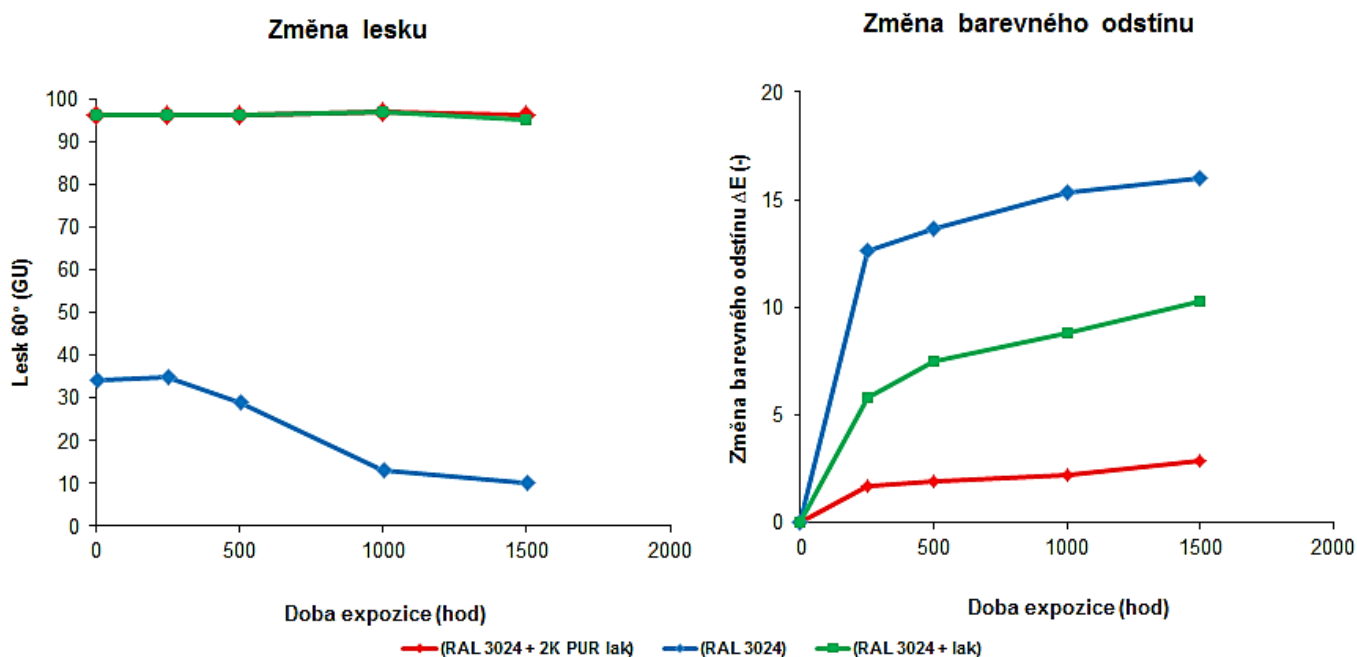
Obr. 5: Porovnání Q-SUN záření a slunečního svitu  
([www.q-lab.com/documents/public](http://www.q-lab.com/documents/public))

## Obecné zhodnocení metod

Zmíněné zkoušky jsou dosti rozdílné, i když to tak na první pohled nevypadá. Q-UV simuluje lépe ovlhčení materiálu (to je spojeno s větším korozním namáháním) a je vhodnější pro NS, kde může být možným kolapsem systému právě UV záření, proto se Q-UV používá hlavně pro prvotní zjištění, zda NS je odolný vlhkosti a UV záření, bohužel je však velice pravděpodobné, že se na „slunci“ (při reálném užívání) bude chovat diametrálně odlišně. Pokud máme NS, u kterých chceme deklarovat například záruku zákazníkovi na světlo-stálost a odolnost povětrnosti nebo naopak jsou v NS obsaženy pigmenty, či jiné složky citlivější jak na vlhkost, tak další složky světla, je XENON test jasnou volbou.

## Porovnání testů na reálných systémech

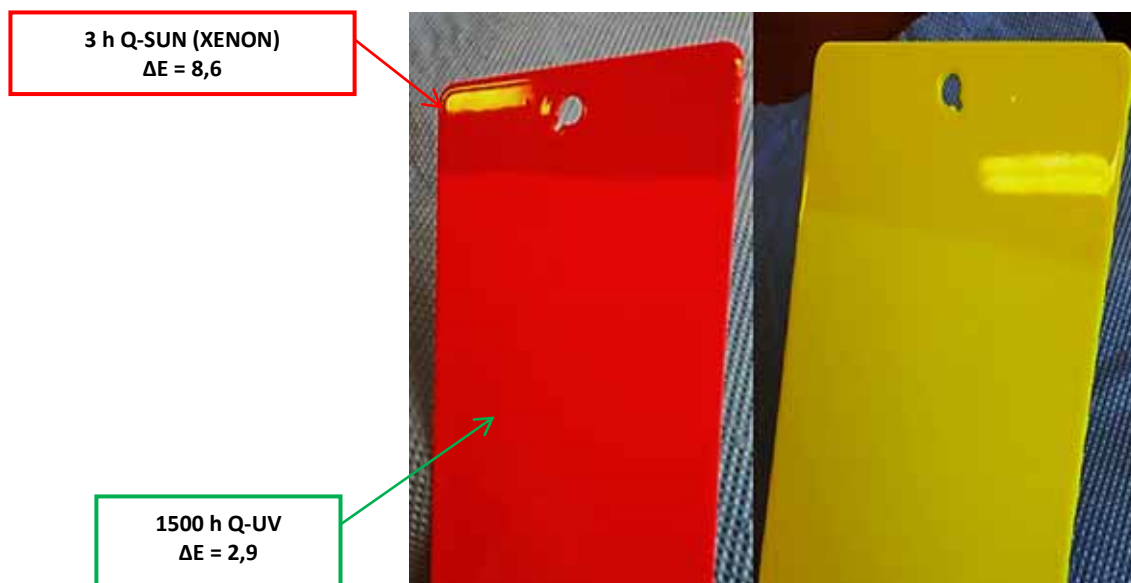
Názorný příklad rozdílnosti jednotlivých zařízení lze vidět na následujících NS s fluorescenčními pigmenty odstínu RAL 3024. Vzorky byly exponovány v Q-UV po dobu 1500 hodin s následující úpravou povrchů viz obr. 6.



Obr. 6: Odolnosti světlo-nestabilních pigmentů v Q-UV testu

Při neošetření povrchu lakem došlo k rapidní degradaci za velice krátký čas (modrá), při použití komerčně dostupného 2K transparentního laku byla degradace zpomalená, avšak stále s neuspokojivým výsledkem již bez ztráty lesku (zelená). Uspokojivý výsledek přineslo až přelakování UV stabilním 2K - PUR lakem řady Akrylmetal ( $\Delta E = 2,9$ ).

Na druhou stranu důkaz, jak jsou tyto světlo-nestabilní fluorescenční pigmenty rozkládány dalšími složkami slunečního záření, jako je VIS a blízká IČ, dokládají hodnoty změn barevnosti  $\Delta E = 8,6$  po 3 h v XENON testu, i přes fakt, že byly přelakovány stejným UV stabilním 2K - PUR lakem viz obr. 7.

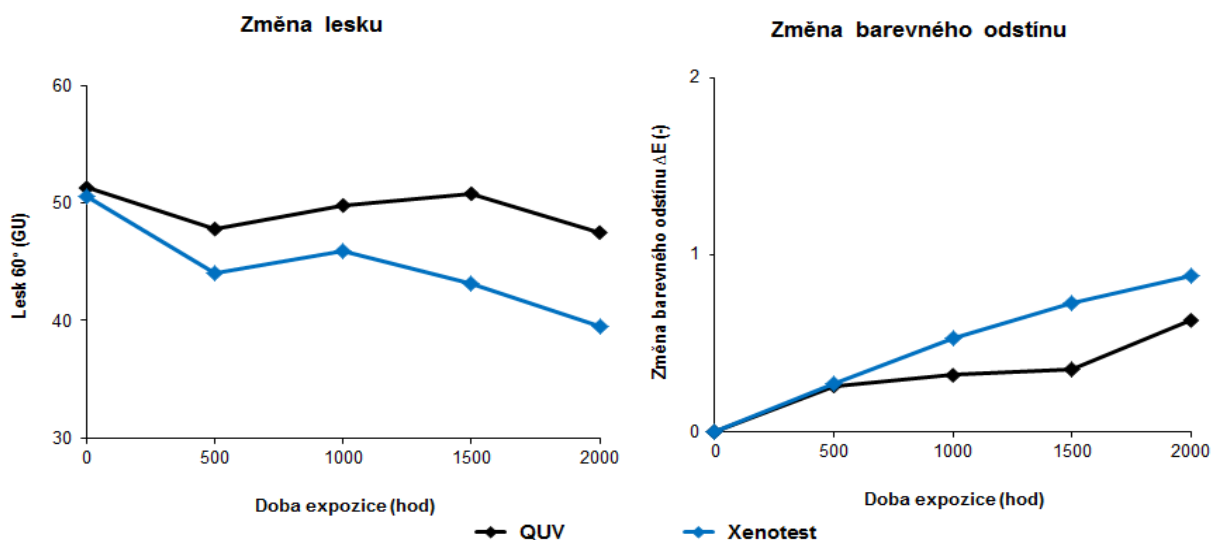


Obr. 7: Porovnání Q-UV a Q-SUN (XENON) na vzorcích NS s fluorescenčními pigmenty a 2K-PUR lakem

Porovnání metod bylo provedeno také na světle-stálém NS LV AKZ 421 s odstínem RAL 9005 (produktová řada Akrylmetal), léta prověřeného praxí. Exponování vzorků v obou testech po dobu 2000 h mělo jedinou otázku. Jaká je korelace mezi jednotlivými metodami? Pro světle-stále NS jsou metody zdánlivě podobné, pokud však chceme deklarovat záruku a zjistit opravdovou odolnost „venku“ je nutné zvolit XENON test z důvodu dalších složek záření, teploty a vlhkosti s termálním šokem, který odhalí následně nekvalitu NS či chybu např. v technologii lakování. Exponované vzorky prošly testy s minimální ztrátou lesku (do 10 jednotek) a  $\Delta E < 1$ , viz obr. 7, 8.



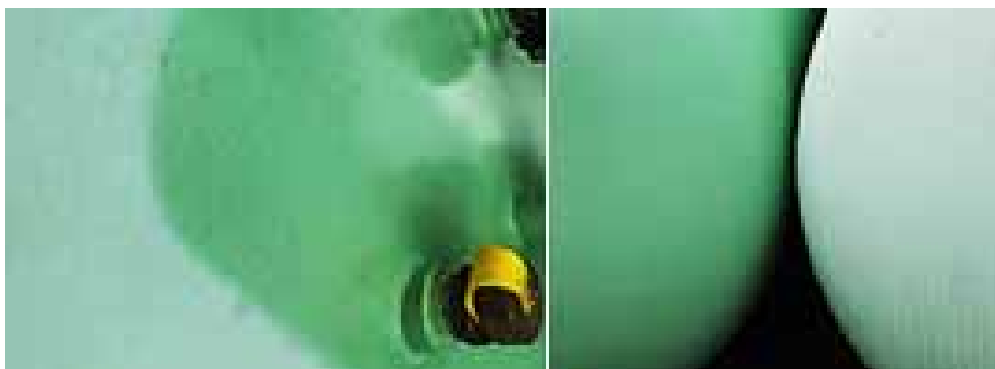
Obr. 7: Porovnání Q-UV a Q-SUN (XENON) na vzorcích světle-stálých NS LV AKZ 421



Obr. 8: Porovnání hodnot Q-UV a Q-SUN (XENON) na vzorcích světle-stálého NS LV AKZ 421

## Analýza kolapsu jednovrstvého NS 2K - PUR

Ke zkoušení NS („jednošichtovky“) 2K – PUR s odstínem RAL 6019 byla přizvána zkušebna s úkolem zjistit příčinu kolapsu systému, který již po několika málo měsících na povětrnosti a slunci vykazoval max. stupeň křídování s absencí lesku, viz obr. 9.



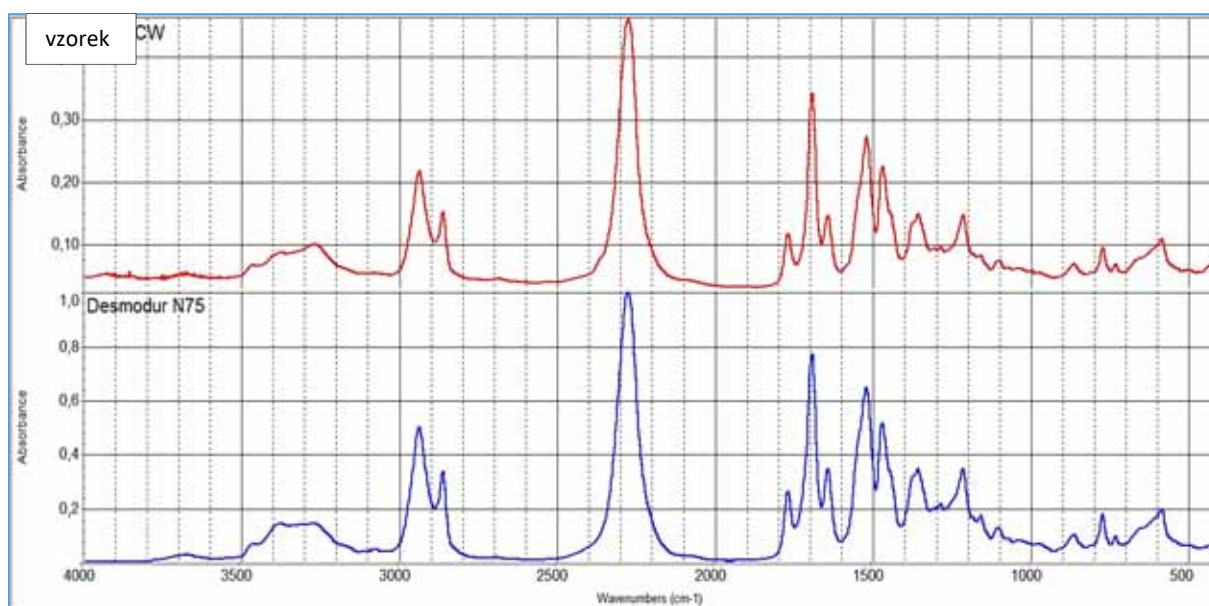
**Obr. 9:** Několika měsíční vystavení NS (kolaps) na slunci a povětrnosti v provozu

Vzorky byly dle přání exponovány v Q-UV testu po dobu 500 hodin s cílem zjistit příčinu. Již po 264 hodinách NS vykazoval katastrofální výsledky se ztrátou lesku větší než 80% s  $\Delta E > 5$ . Po 500 h, kdy byl test ukončen, NS nevykazoval již ani náznak původního RAL odstínu s kompletní ztrátou lesku a  $\Delta E > 10$ , viz obr. 10.



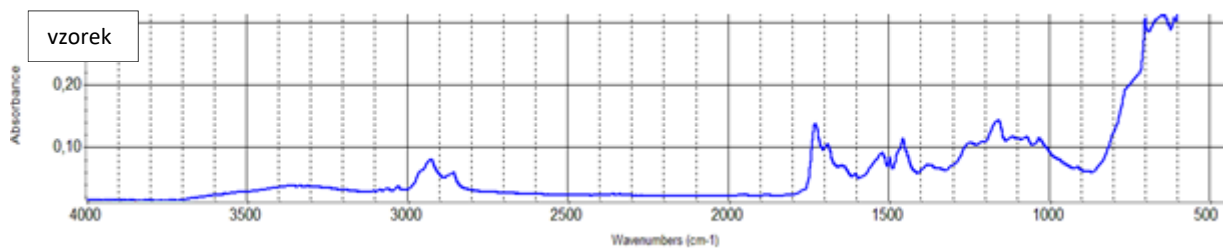
**Obr. 10:** vzorky analyzovaného NS (kolaps) po 264 h (vlevo) a 500 h (vpravo) Q - UV testu

V další části byla analyzována nátěrová hmota a NCO (izokyanátové) - tvrdidlo, metodou FT-IR a titračně. Byl zjištěn obsah 16,48 % NCO skupin odpovídající běžně používanému komerčnímu tvrdidlu Desmodur N75 viz obr. 11.



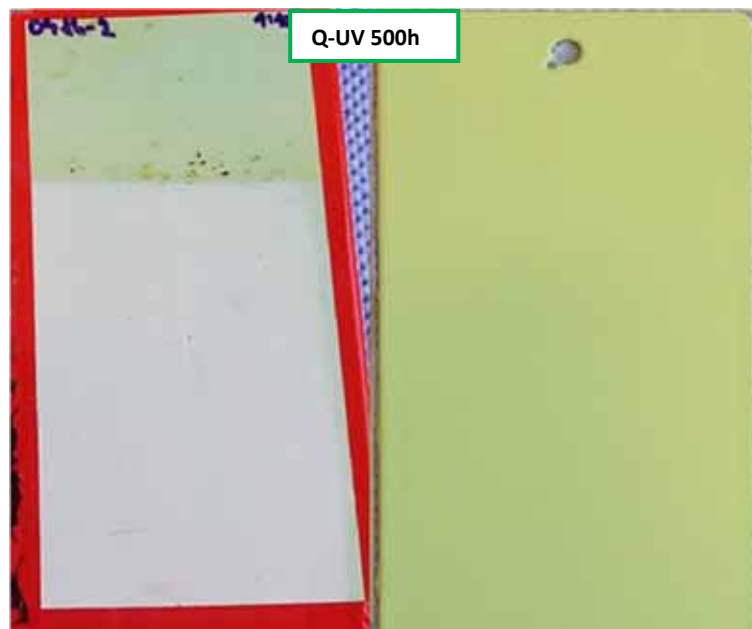
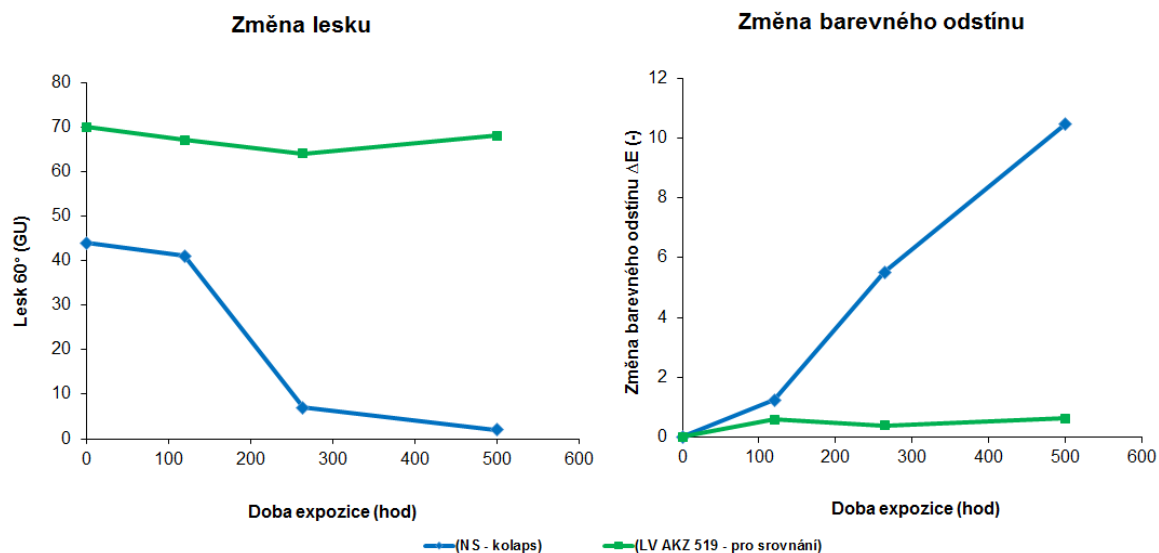
**Obr. 11:** FT-IR analýza použitého tvrdidla

Následně bylo zjištěno, že použité pojivo je na bázi styren-akrylátového polyolu, které s vyšším obsahem styrenu není vhodné pro venkovní aplikace. Nenasycené vazby aromatického jádra silně vibrují a způsobují křídování se značnou degradací NS. Právě styren je nejlevnější složkou akrylátových pojiv, a s jeho rostoucím obsahem se rapidně snižuje cena pojiva a tudíž výsledný NS. Takto vzniklý povlak disponuje tvrdostí, ale zároveň výraznou křehkostí povrchu s velice omezenou povětrnostní odolností. FT-IR (ATR) spektrum NS je zobrazeno na dalším obrázku.



Obr. 12: FT-IR analýza NS (kolaps)

Při objasňování příčiny kolapsu zkoušeného systému byl do UV testu vložen komparační vzorek 2K – PUR barvy určený pro nátěry kovových povrchů s antikoročním, plnicím a dekorativním účinkem („jednošichtovka“) LV AKZ 519 RAL 6019 (produktová řada Akrylmetal). U srovnávacího NS, po 500 h UV testu, nedocházelo ke ztrátě lesku ani barevnosti s  $\Delta E < 0,7$ . Porovnání na obr. 13.



Obr. 13: UV test NS (kolaps) (levá) a srovnávacího NS LV AKZ 519 (pravá)

## Závěr

Obě porovnané metody (UV i XENON) mají své opodstatnění, výhody i nevýhody. Pokud je materiál degradován prioritně UV zářením a je citlivý i na ovlhčení povrchu je vhodnější UV test, jelikož dopadové % UV-A záření je vyšší. V případě že chceme NS ozkoušet komplexně a bude exponován na povětrnosti, či potřebujeme vědět odolnost z důvodu doložení záruky na výrobek je XENON test lepší volbou. Je komplexnější, věrněji simuluje prostředí „venku“ s možností exponování 3D dílců (což u UV testu nelze). Je vhodný rovněž pro látky citlivé na vlhkost, jelikož umí regulovat RH uvnitř testovací komory, navíc přítomná postřiková voda simuluje tepelné šoky s mechanickým namáháním deště.

Analýza testovaného NS odhalila příčiny kolapsu. Byl úspěšně navržen adekvátní NS splňující požadavky zákazníka na danou odolnost slunci a povětrnosti. Je to ukázkový příklad toho, že nahlížet pouze na ekonomickou stránku věci při volbě NS se silně nevyplácí.



# Nová rozpouštědlová nátěrová hmota se zlepšenou korozní odolností EPOPROTECT 0017

Mgr. František Matas, Ing. Monika Háková – Viton, s.r.o.

## Abstrakt:

Prezentovaná rozpouštědlová nátěrová hmota EPOPROTECT 0017 slouží jako epoxidový nátěrový systém se zvýšenou korozní odolností.

## Klíčová slova:

Nátěrový systém; antikoroziční účinnost; epoxidová nátěrová hmota

## Popis rozpouštědlové nátěrové moty EPOPROTECT 0017

Rozpouštědlový nátěrový systém se zvýšenou antikoroziční ochranou vyvinutý v rámci projektu Centrum výzkumu povrchových úprav TE02000011 na bázi epoxidové pryskyřice s antikoroziční přísadou. Zlepšení korozní účinnosti tradičních epoxidových nátěrových hmot obsahujících tradiční antikoroziční pigment zinkofosfát lze dosáhnout náhradou této přísady za nová a účinnější antikoroziční aditiva. Nalezení vhodného moderního antikorozičního pigmentu a jeho zakomponování do epoxidové nátěrové hmoty, vedlo k dosažení požadovaného výsledku.

V rámci projektu TE02000011 byla vytvořena následující nátěrová hmota: **EPOPROTECT 0017**.

## Použití rozpouštědlové nátěrové moty EPOPROTECT 0017

EPOPROTECT 0017 představuje antikoroziční nátěrovou hmotu, díky níž je možno vytvořit ochranný antikoroziční povlak se zvýšenou korozní odolností. Nátěrovou hmotu podle technického řešení je možné využít buď jako základní nátěrovou hmotu v kombinaci s vrchní polyuretanovou barvou pro expozici ve venkovním prostředí nebo jako samozákladující nátěrovou hmotu pro expozici ve vnitřním prostředí.

## Technologický postup přípravy a aplikace

Formulace 2K epoxidové antikoroziční nátěrové hmoty dále, kromě epoxidové pojivové báze, obsahuje novou moderní antikoroziční přísadu, reologické aditivum, dispergační aditivum, plniva, organická rozpouštědla a tvrdidlo na bázi polyaminového aduktu.

**Tab. 1:** Formulace antikoroziční nátěrové hmoty EPOPROTECT 0017

| SUROVINA        |                                       | HMOTNOSTNÍ DÍLY |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------|
| <b>SLOŽKA A</b> |                                       |                 |
| 1               | Epoxidové pojivo                      | 30              |
| 2               | Rozpouštědlo 1                        | 4               |
| 3               | Reologické aditivum                   | 1,8             |
| 4               | Dispergační aditivum                  | 1               |
| 5               | Pigment 1                             | 12              |
| 6               | Pigment 2                             | 0,1             |
| 7               | Rozpouštědlo 1                        | 6,6             |
| 8               | Plnivo 1                              | 22              |
| 9               | Antikoroziční pigment                 | 9               |
| 10              | Plnivo 2                              | 6,5             |
| 11              | Rozpouštědlo 2                        | 7               |
| <b>SLOŽKA B</b> |                                       |                 |
| 12              | Tvrdidlo na bázi polyaminového aduktu | 16,5            |

## Technologický postup přípravy nátěrové hmoty EPOPROTECT 0017

- 1) Nadávkovat položky 1-2.
- 2) Míchat 5 minut při 600 otáčkách.
- 3) Za míchání přidat položky 3-4.
- 4) Míchat 5 minut při 600 otáčkách.
- 5) Otáčky snížit na 500 a za míchání postupně přidat práškové suroviny 5-6.
- 6) Míchat 10 min při otáčkách 1200.
- 7) Za míchání přidat položky 7-10.
- 8) Míchat 10 min při otáčkách 1200.
- 9) Mlít na perlovém mlýně na jemnost 20-30 µm.
- 10) Za míchání přidat rozpouštědlo 11.
- 11) Míchat 5 minut při 600 otáčkách.

## Obecný technologický postup aplikace nátěrové hmoty EPOPROTECT 0017

Tab. 2: Obecný technologický postup

| Obecný technologický postup |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| Č. operace                  | Operace                     |
| 01                          | Předúprava povrchu          |
| 02                          | Proces natužení a míchání   |
| 03                          | Aplikace nátěrového systému |
| 04                          | Vytvrzení                   |

### Vlastnosti nátěrové hmoty EPOPROTECT 0017:

- zasychání
- odolnost proti stékání
- ohyb na kónickém trnu
- přilnavost – mřížková zkouška
- urychlená povětrnostní zkouška

### Zasychání

Zkouška zasychání filmů byla hodnocena dle ČSN 673052 – Stanovení zasychání nátěrových hmot a dle pracovního postupu VITON – Protokol o zkoušce – Zasychání stup 1,3,4. Aritmetické průměry výsledků měření jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3: Zasychání EPOPROTECT 0017

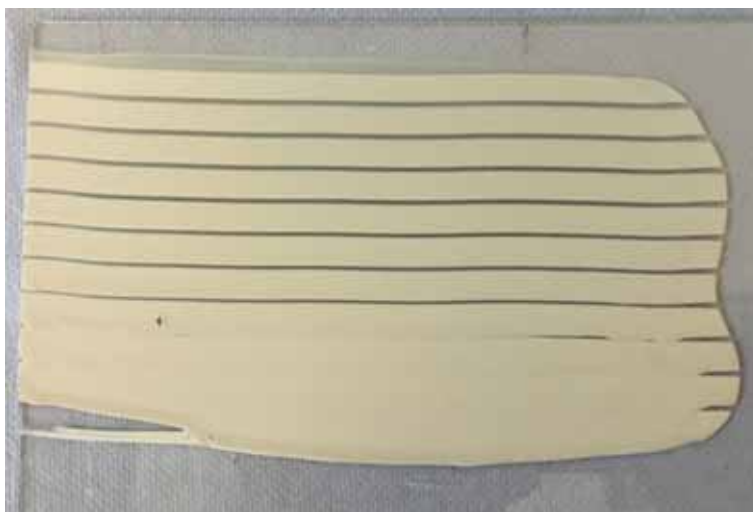
| Označení NH     |            | EPOPROTECT 0017 |
|-----------------|------------|-----------------|
| Zasychání (hod) | Stupeň I   | 2               |
|                 | Stupeň III | 3               |
|                 | Stupeň IV  | 4               |
| Tloušťka (μm)   |            | 66              |

### Odolnost proti stékání

Zkouška odolnosti proti stékání byla provedena podle ČSN EN ISO 16862/2007 a zároveň podle interního pracovního postupu VITON – Protokol o zkoušce – Hodnocení odolnosti proti stékání. Nátěrová hmota nestéká při 400 μm mokrého filmu.

Tab. 4: Odolnost proti stékání

| Označení NH    |          | EPOPROTECT 0017 |
|----------------|----------|-----------------|
| Stékavost (μm) | vzorek 1 | 400             |
|                | vzorek 2 | 400             |
| Výsledek (μm)  |          | 400             |



Obr. 1: Stékání EPOPROTECT 0017

## Ohyb na kónickém trnu

Zkouška ohybem byla hodnocena dle ČSN EN ISO 6860/2006 – Nátěrové hmoty – Zkouška ohybem (na kónickém trnu) a dle pracovního postupu VITON – Protokol o zkoušce – Ohyb na kónickém trnu. Aritmetický průměr výsledků měření je uveden v tabulce 5.

**Tab. 5:** Zkouška ohybem na kónickém trnu

| Označení NH         | EPOPROTECT 0017 |   |
|---------------------|-----------------|---|
| Délka prasklin (mm) | vzorek 1        | 7 |
|                     | vzorek 2        | 8 |
|                     | vzorek 3        | 6 |
| Výsledek (mm)       |                 | 7 |



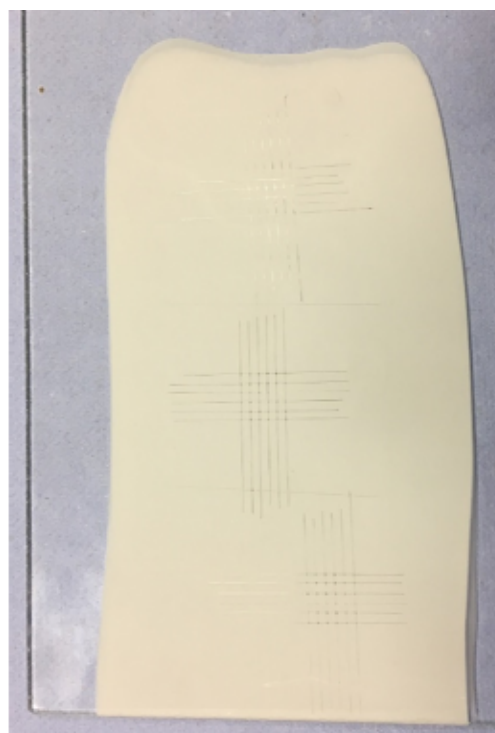
**Obr. 2:** Ohyb na kónickém trnu

## Přilnavost

Určení přilnavosti funkčního vzorku bylo provedeno dle ČSN EN ISO 2409/2013 a podle pracovního postupu VITON – Protokol o zkoušce – Mřížková zkouška.

**Tab. 6:** Hodnocení přilnavosti

| Označení NH                          | EPOPROTECT 0017 |   |
|--------------------------------------|-----------------|---|
| Mřížková zkouška<br>(klasif. stupeň) | měření 1        | 1 |
|                                      | měření 2        | 1 |
|                                      | měření 3        | 0 |
| Výsledek                             |                 | 1 |



**Obr. 3:** Mřížková zkouška

## Urychlená povětrnostní zkouška

Měření bylo provedeno ve dvou typech komor. V kondenzační komoře a v solné komoře.

Stanovení korozní odolnosti v kondenzační komoře bylo změřeno dle ČSN EN ISO 6270-2/2005 Nátěrové hmoty – Stanovení odolnosti proti vlhkosti, část 2: Postup pro expozici zkušebních vzorků v prostředí kondenzace vody – Kondenzační prostředí s konstantní vlhkostí (CH) a podle pracovního postupu VITON – Protokol o zkoušce – Kondenzační komora.

Měření v solné komoře bylo provedeno podle ČSN EN ISO 9227/2012 Korozní zkoušky v umělých atmosférách – Zkoušky solnou mlhou – neutrální solná mlha (NSS) a podle pracovního postupu VITON – Protokol o zkoušce – Solná komora.

Tab. 7: Urychlené povětrnostní zkoušky

| Popis úpravy                                  | před rozborem |              | po 120 hod |              | po 240 hod |              | po 480 hod |              | po 720 hod |              | po 1440 hod |              | po odstranění nátěru |              |
|---|---------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|----------------------|--------------|
|   | kondenzace    | solná komora | kondenzace | solná komora | kondenzace | solná komora | kondenzace | solná komora | kondenzace | solná komora | kondenzace  | solná komora | kondenzace           | solná komora |
| Pouchovník (ISO 4628-2)                       | 0/0/0         | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0       | 0/0/0        | 0/0/0                | 0/0/0        |
| Stupeň procezení (ISO 4628-3)                 | 0/0           | 0/0          | 0/0        | 0/0          | 0/0        | 0/0          | 0/0        | 0/0          | 0/0        | 0/0          | 0/0         | 0/0          | 0/0                  | 0/0          |
| Praskání (ISO 4628-4)                         | 0/0/0         | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0       | 0/0/0        | 0/0/0                | 0/0/0        |
| Odštěpení (ISO 4628-5)                        | 0/0/0         | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0      | 0/0/0        | 0/0/0       | 0/0/0        | 0/0/0                | 0/0/0        |
| Delaminace a koroze v okolí řezu (ISO 4628-8) | neměřeno      | neměřeno     | neměřeno   | neměřeno     | neměřeno   | neměřeno     | neměřeno   | neměřeno     | neměřeno   | neměřeno     | neměřeno    | neměřeno     | neměřeno             | neměřeno     |
| Nízká koroze (ISO 4628-10)                    | neměřeno      | neměřeno     | neměřeno   | neměřeno     | neměřeno   | neměřeno     | neměřeno   | neměřeno     | neměřeno   | neměřeno     | 1,0,MD      | 1,0,MD       | 1,0,MD               | 1,0,MD       |

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu Centra kompetence CVPÚ (Centra výzkumu povrchových úprav) TE02000011 za podpory TAČR.

## Dočasná ochrana povrchů kovových materiálů

Eva Jančová, M.Sc. – DESS

### Dočasná ochrana

Ochrana proti korozi, která je aplikovaná po dobu danou ochrannou účinností použitých prostředků a systému dočasné ochrany; dočasná ochrana se používá například v průběhu uložení a přepravy kovových výrobků nebo při odstavení zařízení.

Tab. 1: Charakteristika hlavních variant dočasné ochrany výrobků dle ČOS 999923

| Označení varianty dočasné ochrany | Charakteristika  |
|-----------------------------------|--|
| VZ-0                              | Výrobek bez prostředků dočasné ochrany proti korozi a stárnutí.  |
| VZ-1                              | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných a barevných kovů konzervačními oleji s použitím balení.  |
| VZ-2                              | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných a barevných kovů provozně konzervačními oleji s přísadou inhibitoru a s použitím balení.                                 |
| VZ-3                              | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných kovů provozně konzervačními oleji a papírem s inhibitorem s použitím balení.   |
| VZ-4                              | Ochrana vnějších povrchů výrobků ze železných a barevných kovů konzervačními vazelinami s použitím balení.   |
| VZ-5                              | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných a barevných kovů konzervačně mazacími vazelinami a tuky s použitím balení.   |
| VZ-6                              | Ochrana vnějších povrchů výrobků ze železných a barevných kovů konzervačními vosky.  |
| VZ-7                              | Ochrana vnějších povrchů výrobků ze železných a barevných kovů snímacími povlaky.  |
| VZ-8                              | Ochrana vnějších povrchů výrobků ze železa a barevných kovů smývacími povlaky.   |
| VZ-9                              | Ochrana vnějších povrchů výrobků ze železných kovů smývacími povlaky - nátěry.   |
| VZ-10                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných a barevných kovů statickým vysoušením vzduchu v hermetizovaných obalech (nádržích, místnostech apod.).                   |
| VZ-11                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných a barevných kovů pomocí dynamického vysoušení vzduchu v hermeticky uzavřených prostorech.                                |
| VZ-12                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných kovů pomocí kontaktních inhibitorů z vodných roztoků s použitím balení.  |
| VZ-13                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů ze železných a barevných kovů kontaktními inhibitory z nevodných roztoků s použitím balení.   |
| VZ-14                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných kovů vypařovacími inhibitory s použitím balení.  |
| VZ-15                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných a barevných kovů univerzálními vypařovacími inhibitory s použitím balení.  |
| VZ-16                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů výrobků ze železných a barevných kovů pomocí inertních plynů nebo suchého vzduchu v hermeticky uzavřeném prostoru (nádrže, kontejnery apod.). |
| VZ-17                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů nekovových výrobků pomocí ochranných nátěrů (pryžové výrobky apod.).  |
| VZ-18                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů nekovových výrobků antimikrobiálními prostředky (řemeny, popruhy, výrobky z textilu a papíru apod.).  |
| VZ-19                             | Ochrana vnějších a vnitřních povrchů nekovových výrobků pomocí prostředků zamezujících slepování výrobků (drobné pryžové výrobky).   |

Variety dočasné ochrany výrobků se volí v závislosti na konstrukčních zvláštностech a materiálu výrobku, na požadovaných lhůtách ochrany a podmínkách přepravy a skladování s přihlédnutím k požadavkům na odkonzervování výrobků a ekonomické účelnosti.

ČOS 999923, zavádí do prostředí ČR STANAG 4272, Ed. 2, který uvádí standardní postupy protikorozi ochrany a balení v NATO. Stanovuje systém pro výběr technologií, metod a prostředků pro dočasnou ochranu VTM při skladování nebo ukládání a uvádí kvalifikované prostředky pro přípravu povrchu před čištěním, způsoby čištění, konzervace a balení. Neřeší problematiku trvalé ochrany povrchu VTM organickými, anorganickými, konverzními a žárovými povlaky, tyto jsou předmětem ČOS 801001, ČOS 801002, ČOS 801003, ČOS 801004, ČOS 801005, ČOS 999904 a ČOS 999915.

ČOS 801001  
 ČOS 801002  
 ČOS 801003  
 ČOS 801004  
 ČOS 801005  
 ČOS 999904  
 ČOS 999915  
 STANAG 4272

Nátěrové systémy pro pozemní vojenskou techniku  
 Fosfátové povlaky pro součásti vojenské techniky  
 Chromátové povlaky pro součásti vojenské techniky  
 Anodické oxidové povlaky pro součásti vojenské techniky  
 Chemické oxidové povlaky pro součásti vojenské techniky  
 Kovové povlaky vylučované elektrolyticky a chemicky  
 Žárové povlaky pro součásti vojenské techniky  
 NATO STANDARD METHODS OF PRESERVATION  
 Standardní metody konzervace v NATO

STANAG 4281

NATO STANDARD MARKING FOR SHIPMENT AND STORAGE

Standardní značení materiálu NATO pro přepravu (zasílání) a skladování

Standardní úrovně ochrany a balení VTM v NATO (podle STANAG 4272 a STANAG 4280) a v AČR uvádějí tabulky 2 a 3.

Tab. 2: Standardní úrovně ochrany VTM

| Standardní úrovně ochrany (Kód) |     | Standardní metody v NATO  | Národní metody v AČR   |
|---------------------------------|-----|---|--|
| NATO                            | AČR |   |  |
| 1                               | 1   | Bez konzervace; pouze fyzikální a mechanická ochrana.   | Bez konzervace; pouze fyzikální a mechanická ochrana.  |
| 2                               | 2   | Pokrytí konzervační (ochrannou) látkou; je-li potřebné, ovinutí fólií nepropustnou pro tuky.      | Pokrytí konzervační (ochrannou) látkou; je-li potřebné, ovinutí fólií nepropustnou pro tuky. Pokrytí konzervační (ochrannou) látkou (suchá fólie). Pokrytí konzervační látkou a ovinutí fólií nepropustnou pro tuky. |
| 3                               | 3   | Vodotěsný nebo vodotěsný a pro tuky nepropustný ochranný kryt, je-li potřebné s ochrannou látkou. | Vodotěsný nebo vodotěsný a pro tuky nepropustný ochranný kryt, je-li potřebné s ochrannou látkou.  |
| 4                               | 4   | Snímatelný povlak kompaundní sloučeniny (namáčení za tepla a za studena).                         | Snímatelný povlak kompaundní sloučeniny (namáčení za tepla a za studena).  |
| 5                               | 5   | Vodotěsný ochranný kryt; je-li to potřebné, s pokrytím konzervační látkou.                        | Vodotěsný ochranný kryt; je-li to potřebné s pokrytím konzervační látkou.  |
| 6                               | 6   | Ochranný kryt proti vodní páře se statickým nebo dynamickým odvlhčováním.                         | Ochranný kryt nepropustný pro vodní páru s vysoušedlem.  |
|                                 |     |   | Použití nepřilnavého a snímatelného filmu. Vícenásobné použití ochranného krytu nepropustného pro páru.  |

Tab. 3: Standardní úrovně balení VTM

| Standardní úrovně balení (Kód) | Skladování            |        |                     | Pro klimatické podmínky*) |                         |           |
|--------------------------------|-----------------------|--------|---------------------|---------------------------|-------------------------|-----------|
|                                | Umístění              | Trvání | Stohovatelnost (**) | Denní teploty             | Denní relativní vlhkost | Region    |
| 1                              | Venku                 | 1 rok  | 2–4 metry           | -51 °C až +71 °C          | 3–100 %                 | Celý svět |
| 2                              | Venku                 | 3 roky | 2–4 metry           | -46 °C až +63 °C          | 14–100 %                | Evropa    |
| 3                              | Trvale větrané budovy | 5 let  | 2–4 metry           | +33 °C až +58 °C          | 43–100 %                |           |
| 4                              | Větrané budovy        | 1 rok  | 2–4 metry           | +33 °C až +58 °C          | 43–100 %                |           |

### Podmínky skladování a přepravy

Klasifikace skupin parametrů prostředí a jejich stupňů přísnosti stanovuje třídy parametrů prostředí a jejich stupně přísnosti pokrývající extrémní (krátkodobé) podmínky, kterým výrobek může být vystaven během přepravy, montáže, skladování a používání (viz ČSN EN 60721-3-0). Pro různé způsoby použití výrobku (např. stacionární na místech chráněných proti povětrnostním vlivům, vestavění do pozemních vozidel, přeprava) jsou stanoveny vždy zvláštní skupiny tříd. Klasifikace zahrnuje jak přírodní podmínky, tak i podmínky vytvořené člověkem.

Pro klasifikaci skupin parametrů prostředí a jejich stupňů přísnosti:

- ve skladovacích objektech viz ČSN EN 60721-3-1;
- při přepravě viz ČSN EN 60721-3-2;
- při stacionárním použití na místech chráněných proti povětrnostním vlivům viz ČSN EN 60721-3-3;
- při stacionárním použití na místech nechráněných proti povětrnostním vlivům viz ČSN EN 60721-3-4;
- při instalaci v pozemních vozidlech viz ČSN EN 60721-3-5;
- parametry charakteristické pro mikroklimata viz ČSN EN 60721-3-9.

Čtyři kategorie podmínek skladování stanovuje ČOS 999916. Technologie pro ukládání techniky musí být v technologických postupech voleny tak, aby zabezpečovaly zachování užité hodnoty techniky po celou dobu skladování.

Při rozdílných podmínkách skladování a přepravy je potřebné určit kategorii s těžšími podmínkami. Pokud doba pozemní přepravy výrobků nepřevyšuje 10 % doby skladování, je dovoleno kategorii podmínek přepravy snížit o jeden stupeň.

Při skladování výrobků mají na jejich kvalitu vliv zejména vnitřní a vnější klimatické parametry a jejich změny, v některých případech také vlivy biologické. K základním parametrům patří zejména:

- teplotně-vlhkostní komplex (teplota vzduchu a její změny, obsah vlhkosti ve vzduchu a její změny);
- doba ovlhčení (dobu ovlhčení v různých podmínkách expozice uvádí ČSN EN ISO 9223 v tabulce B.1);
- úroveň znečištění ovzduší oxidy síry, oxidy dusíku, chloridy, sírany, polétavým prachem apod. (venkovní koncentrace některých znečišťujících látek v různých typech prostředí uvádí ČSN EN ISO 9223 v tabulkách B.2, B.3 a B.4);
- sluneční záření a jeho intenzita;
- makrobiologické a mikrobiologické činitele (plísně, houby, hmyz a hlodavci narušující zejména nekovové části techniky).
- Pro optimalizaci skladování je nutné znát klimatickou charakteristiku prostoru skladování.

## Stupně korozní agresivity atmosféry

Korozní agresivita atmosféry se podle ČSN EN ISO 9223 klasifikuje šesti stupni. Jednotlivé stupně korozní agresivity atmosféry jsou uvedeny v tabulce 4.

**TAB. 4:** Stupně korozní agresivity atmosféry

| Stupeň korozní agresivity atmosféry podle ČSN EN ISO 9223 | Korozní agresivita |
|---|--------------------|
| C1  | velmi nízká        |
| C2  | nízká              |
| C3  | střední            |
| C4  | vysoká             |
| C5  | velmi vysoká       |
| CX  | extrémní           |

## Varianty dočasné ochrany

Varianty dočasné ochrany výrobků se volí v závislosti na konstrukčních zvláštlostech a materiálu výrobku, na požadovaných lhůtách ochrany a podmínkách přepravy a skladování s přihlédnutím k požadavkům na odkonzervování výrobků a ekonomické účelnosti.

Při výběru variant dočasné ochrany jednotlivých výrobků se berou v úvahu požadavky na technickou údržbu výrobků v době skladování, které jsou uvedeny v NTD na jednotlivé druhy výrobků:

- lhůty výměny PHM a speciálních kapalin;
- lhůty krátkodobého uvedení výrobků s pohyblivými částmi nebo mechanismy do provozu;
- lhůty krátkodobého uvedení radiotechnických a elektrotechnických výrobků do provozu pro zachování jejich funkce;
- lhůty kontroly a nastavení standardních veličin na dílech a výrobcích;
- lhůty kontroly a nastavení pneumatických systémů;
- lhůty kontroly a dobití akumulátorových baterií a jiných zdrojů proudu;
- skladování výrobků jako zásob na přepravních prostředcích, které se mají uvádět do provozu po stanoveném časovém intervalu;
- dlouhodobé skladování výrobků bez provozu;
- speciální bezpečnostní pokyny a podmínky umístění konkrétních výrobků.

## Konzervační prostředky

Pro dočasnou ochranu je povoleno používat pouze konzervační prostředky uvedené v platném seznamu povolených konzervačních prostředků pro ukládání a skladování pozemní vojenské techniky a materiálu v AČR. Pro různé části jednoho výrobku se při konzervaci povoluje použít různé konzervační prostředky.

## Oleje a vazelíny

Ochrana oleji a vazelínami se povoluje pro vnější a vnitřní plochy výrobků ze železných a barevných kovů s kovovými a nekovovými anorganickými povlaky ve shodě s požadavky NTD na konkrétní prostředky dočasné ochrany.

## Konzervační vosky, snímací a smývací polymerní povlaky

Konzervační vosky, snímací a smývací povlaky se používají pro ochranu vnějších povrchů výrobků ze železných a barevných kovů s kovovými a nekovovými anorganickými povlaky podle NTD pro jednotlivé konzervační prostředky. Prostředky lze nanášet pouze na suché a čisté povrchy.

Konzervační vosky ředitelné vodou (vodní disperze nebo emulze) lze použít na ochranu pryže, plastů, kůže, textilu a jiných organických materiálů, pokud je tato aplikace v souladu s NTD.

## Dočasná ochrana statickým odvlhčováním vzduchu

Vysoušedla pro statické odvlhčování vzduchu se balí do sáčků, pouzder, pohlcovačů atd., které jsou prachotěsné a propouštějí vodní páry, nebo se používají sáčky a náplně vyráběné a dodávané výrobcí vysoušedel.

Množství vysoušedla lze určit podle technické dokumentace výrobce vysoušedel, ve které je stanoveno množství jednotek vysoušedla pro dané podmínky použití, nebo výpočtem podle ČSN 77 0114. Pro orientační výpočet množství vysoušedla je možno vycházet ze vztahu, kdy se na 1 m<sup>2</sup> obalu o propustnosti 1 g · m<sup>-2</sup> · d<sup>-1</sup> počítá s množstvím 1 kg aktivního vysoušedla na dobu 1 roku uložení výrobku v klimatických podmínkách ČR.

Hmotnost jednotlivých sáčků s vysoušedlem se pohybuje od 1 g do 1 kg. V případě, že se používá větší množství vysoušedla, lze použít dělené sáčky o hmotnosti 10 až 15 kg.

## Dočasná ochrana dynamickým odvlhčováním vzduchu

Vysoušecí zařízení pro dynamické odvlhčování vzduchu se používá podle konstrukčního provedení absorpčního nebo kondenzačního typu.

Udržení relativní vlhkosti vzduchu v hermetizovaných prostorech na hodnotě do (50 ± 5) % se realizuje periodickým provozem zařízení na odvlhčování vzduchu. Provoz zařízení se reguluje automaticky.

## Kontaktní a vypařovací inhibitory

Nevodné roztoky nebo emulze kontaktních inhibitorů se používají pro vnější a vnitřní povrchy výrobků ze železných a barevných kovů s kovovými a nekovovými anorganickými povlaky pro jednotlivé konzervační prostředky.

Vypařovací a univerzální inhibitory se používají pro vnější a vnitřní povrchy výrobků ze železných a barevných kovů, s kovovými, nekovovými, anorganickými a organickými povlaky pro jednotlivé vypařovacími inhibitory nebo po ověření jejich vlivu na organické povlaky.

Po nanesení roztoků se výrobky balí až po odkapání přebytečného roztoku a odpaření rozpouštědel.

## Ochrana vypařovacími inhibitory

Vypařovací inhibitory se aplikují v nánosu na papír, ve formě prášku nebo granulí. Dále mohou být napuštěny do pórovitých materiálů (emitorů) nebo mohou být ve formě roztoků, příp. fólií s obsahem inhibitorů. Nejčastější aplikace je ve formě sáčků, do kterých se vkládají kovové výrobky.

Ochrana vnějších povrchů papírem s nánosem vypařovacího inhibitoru koroze se provádí úplným nebo částečným balením výrobků do přířezů papíru odpovídajících tvarů.

## Dočasná ochrana s použitím hermetizovaných kontejnerů

Hermetizované kontejnery se používají k dočasné ochraně výrobků, na které se kladou speciální požadavky na uchování provozních parametrů pro skladování výrobků po dobu delší jak 5 let, a to zpravidla 10 roků ve všech místech skladování, které jsou stanovená ČOS 999916 v tabulce přílohy A.

## Navrhování a kvalifikační zkoušky prostředků dočasné ochrany

Ke kvalifikačním zkouškám má přístup každý zájemce o dodávky do AČR (výrobce, dodavatel), s prostředkem dočasné ochrany splňujícím požadavky AČR na kvalitu uvedenou v normách nebo vojenských jakostních specifikacích (VJS PHM).

Kvalifikační zkoušky se realizují laboratorními ve zkušebních laboratořích VVÚ s. p. Brno.

Prostředky dočasné ochrany vyhovující kvalitativním požadavkům jsou uvedeny na internetu ve složce „Seznam povolených prostředků vyhovujících požadavku ČOS 99923“, na adrese Úřadu pro obrannou standardizaci, katalogizaci a státní ověřování jakosti:

<http://www.oos-data.army.cz/prostredky/Seznam%20povolenych%20prostredku.pdf>

## Literatura

- [1] STANAG 4272, NATO STANDARD METHODS OF PRESERVATION, Standardní metody konzervace v NATO.
- [2] STANAG 4281, NATO STANDARD MARKING FOR SHIPMENT AND STORAGE, Standardní značení materiálu NATO pro přepravu (zasílání) a skladování metody konzervace v NATO.
- [3] ČOS 999923 Ochrana pozemní vojenské techniky a materiálu proti korozi a stárnutí při skladování, Metody a prostředky.



Odborné vzdělávání

Fakulta strojní ČVUT v Praze  
ve spolupráci s Centrem pro povrchové úpravy a InPÚ  
nabízí technické veřejnosti v rámci programu  
celoživotního vzdělávání  
studijní program:

## POVRCHOVÉ ÚPRAVY VE STROJÍRENSTVÍ

*(způsobilost v tomto oboru lze prokázat akreditovanou  
kvalifikací a certifikací dle standardu APC Std-401)*

**Zahájení studijního programu - únor 2019**



Podrobné informace včetně učebních plánů a přihlášky získáte na  
[www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz) nebo [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

## KOROZNÍ INŽENÝR

[WWW.POVARCHARI.CZ](http://WWW.POVARCHARI.CZ)

Centrum pro povrchové úpravy v rámci celoživotního vzdělávání v oboru povrchových úprav připravuje základní kvalifikační kurz pro pracovníky práškových lakoven:

## POVLAKY Z PRÁŠKOVÝCH PLASTŮ

### ZAHÁJENÍ KURZU – Duben 2019

Kurz je určen pro pracovníky práškových lakoven, kteří si potřebují doplnit vzdělání v této technologii povrchových úprav. Program studia umožňuje porozumět teoretickým základům protikorozní ochrany a získat potřebné vědomosti o základních technologiích práškového lakování.

Cílem studia je zabezpečit potřebnou kvalifikaci pracovníků lakoven, zvýšit efektivnost těchto provozů a zlepšit kvalitu realizovaných povrchových úprav. Postupně je probírána problematika této technologie v celém rozsahu potřebám pro získání kvalifikačního certifikátu.

Obsah kurzu:

- Základy koroze a protikorozní ochrany
- Předúpravy povrchů
- Práškové plasty
- Technologie práškového lakování
- Bezpečnost práce a provozů v lakovnách
- Zařízení a vybavení práškových lakoven
- Kontrola kvality povlaků
- Příčiny a odstranění vad v povlacích
- Související procesy (zdroj vzduchu a jeho čištění, vytvrzovací pece aj.)

V případě potřeby připravíme program dle požadavků firmy.

Garanti kurzu:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc.  
Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Rozsah kurzu:

6 dnů (42 hodin)  
(3 x 2 dny)

Předpokládané zahájení kurzu:

Duben 2019

Více informací:

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc. +420 602 341 597  
Ing. Jan Kudláček, Ph.D. +420 605 868 932

[info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

Odborné akce



Česká společnost pro povrchové úpravy, z.s., Lesní 2946/5, 586 03  
Jihlava

## 52. ročník celostátního Aktivu galvanizérů

Vážený přátelé,

Česká společnost pro povrchové úpravy opět připravuje tradiční setkání odborníků v oblasti povrchových úprav - **52. ročník celostátního Aktivu galvanizérů v Jihlavě** - se uskuteční v hotelu Gustav Mahler ve dnech

**5. a 6. února 2019.**

Ústřední téma přednášek i diskusí dvoudenního jednání 52. ročníku:

**Průmyslová revoluce a povrchové úpravy**  
**(Průmysl 4.0 a povrchové úpravy)**

Kontakt:

PhDr. Drahomíra Majerová, tajemnice ČSPU,

tel. 737 346 857,

email: [cspu@seznam.cz](mailto:cspu@seznam.cz)



POŘÁDÁ

3/4 – 4/4/2019

ODBORNÝ SEMINÁŘ

# TECHNOLOGIE ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAVY POVRCHŮ

HOTEL  
ZÁMEK ČEJKOVICE

PARTENER



## Rámcový program semináře

- Strojírenské materiály a jejich čištění
- Optimalizace volby předúpravy povrchů
- Čištění pro náročné aplikace
- Netradiční způsoby předúprav povrchu
- Chyby, příčiny a důsledky nevhodné předúpravy
- Prostředky a zařízení pro předúpravy povrchu
- Technologie na zítra (lepení, 3D aditivní ...) pro strojírenství
- Měřicí technika a způsoby vyhodnocení čistoty povrchů
- Environmentální povinnosti ve výrobě

**W** POVRCHARI.CZ

# Stainless2019

10<sup>th</sup> International Stainless Steel Fair



**15.-16. května 2019**  
**Brno / Česká republika**

Až se 15.–16. května 2019 otevřou vstupní brány

**10. mezinárodního veletrhu korozivzdorných ocelí Stainless 2019,**

stane se Brno centrem setkání reprezentantů mezinárodního průmyslu korozivzdorných ocelí.

[www.Stainless2019.com](http://www.Stainless2019.com)

BVV  
  
Veletrhy  
Brno

Inzerce



*Nabízíme dodávky zinku  
pro žárové a galvanické  
technologie  
ve kvalitě SHG 99,995 % Zn min.*

Dodávky do týdne, zpětný odběr odpadů, výhodné ceny.

*Více informací na emailu [dodavky-zinku@seznam.cz](mailto:dodavky-zinku@seznam.cz)  
nebo na telefonu 602 341 597*

# ČIŠTĚNÍ VNITŘNÍCH POVRCHŮ



## Nabízíme

- Analýzu stavu systému*
- Návrh optimálních způsobů čištění a výpočet nákladů*
- Výběr vhodných technologií a čisticích prostředků*
- Spolupráci při čištění*
- Kontrolu stavu systému po vyčištění*
- Návrh úsporných opatření při vytápění a optimalizace provozu*
- Servis proškolení obsluhy*
- Bezpečné a rychlé čištění otopných, chladících, průmyslových i energetických zařízení*

CTIV - Centrum technických informací a vzdělávání  
Ústav strojírenské technologie  
Fakulta strojní, ČVUT v Praze  
Kontakt: [viktor.kreibich@fs.cvut.cz](mailto:viktor.kreibich@fs.cvut.cz), tel: 602 341 597



# Q-FOG

## Cyklické korozní komory SSP, CCT, CRH

[www.q-lab.com](http://www.q-lab.com)

[LABIMEX CZ](http://www.labimex.cz)



modely Q- FOG SSP a CCT

- Komory pro zkoušky v solné mlze  
– NSS, AASS, CASS
- Kondenzační zkoušky
- Kombinované a cyklické zkoušky

Zkušební normy:

- ISO 9227, ASTM B 117, ASTM G85
- VW PV 1210, VDA 621- 415,
- ISO 6270-2, Prohesion testy...

Pracovní objemy  
640 a 1100 litrů

model Q-FOG CRH

• Zkušební normy:

- Volvo VCS 1027, 149
- GMW 14872, SAE J2334
- normy Ford, ISO, GB/T,  
VW, Volvo, Chrysler, Renault...

• **regulace relativní vlhkosti vzduchu v komoře**

• **samočisticí spray systém pro sprchování vzorků**



Zajišťujeme prodej, servis, instalace, zaškolení, poradenství, kalibrace ISO 17 025

LABIMEX CZ s.r.o.  
Počernická 96  
108 00 Praha 10  
Česká republika  
[info@labimex.cz](mailto:info@labimex.cz)  
[www.labimexcz.cz](http://www.labimexcz.cz)  
Tel: +420 241 740 120

Dr. Ing. Milan Pražák  
[prazak@labimex.cz](mailto:prazak@labimex.cz)  
+420 602 366 407

Ing. Jan Kolačný  
[kolacny@labimex.cz](mailto:kolacny@labimex.cz)  
+420 727 835 669

Ing. Jozef Maco  
[ingjozefmaco@gmail.com](mailto:ingjozefmaco@gmail.com)  
+421 327 798 346  
+421 910 970 699  
Rakoľuby 697  
916 31 Kočovce  
Slovensko





**Certifikační sdružení pro personál - APC, z.s.**

## NABÍDKA SLUŽEB

**Podnikatelská 545, 190 11, Praha 9**

**KVALIFIKACE  
A CERTIFIKACE**



APC jako nejstarší akreditovaný certifikační orgán NDT v ČR

zajišťuje personální certifikaci a kvalifikaci technického personálu.

APC je akreditováno Českým institutem pro akreditaci (ČIA, o. p. s.)

v souladu s požadavky normy ČSN EN ISO / IEC 17024 : 2013

pro NDT metody AT, ET, FT, LT, MT, PT, RT, UT a VT.

### Pro pracovníky v oboru:

#### ➡ NEDESTRUKTIVNÍ DEFEKOSKOPIE

- nedestruktivní defektoskopie podle standardu **Std-101 APC**

- specifické činnosti NDT standard **Std-202 APC**

- specifické činnosti NDT standard **Std-201 APC**

#### ➡ KOROZE A PROTIKOROZNÍ OCHRANY

- koroze a protikorozní ochrana standard **Std-401 APC**

#### ➡ TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ KOVŮ

- tepelné zpracování kovů standard **Std-402 APC**

Jak získat **CERTIFIKÁT APC** v osmi snadných krocích?

- 1.** *Podáte* přihlášku ke školení
- 2.** Školení
- 3.** Osvědčení o školení + praxe
- 4.** *Podáte* přihlášku ke zkoušce
- 5.** Zkouška
- 6.** Osvědčení o zkoušce
- 7.** *Podáte* žádost o certifikát
- 8.** Vydání certifikátu APC



**Kontaktujte nás:** [www.apccz.cz](http://www.apccz.cz) [apc@apccz.cz](mailto:apc@apccz.cz) tel.: 246 061 395



# TECHNOLOGIE

## POVRCHOVÝCH ÚPRAV



### PŘEDSTAVENÍ FIRMY

Naše společnost CORROTECH TRADE s.r.o. působí na trhu nátěrových systémů a povrchových úprav od roku 1996.

Naším cílem je poskytnout zákazníkovi komplexní řešení problematiky povrchových úprav, zejména v oblastech specifikace a v oblasti nátěrových systémů, aplikace nátěrových hmot a abrazivního tryskání. Zabýváme se autorizovanou distribucí průmyslových nátěrových hmot (HEMPEL, CORROCOAT, ICS COATINGS, REZORECT), abrazivních materiálů, stříkací a tryskací techniky včetně příslušenství a náhradních dílů (GRACO a BRISTLE BLASTER). Provozujeme servis a půjčovnu stříkací a tryskací techniky.

Zajišťujeme komplexní antikorozní ochranu (PKO), která zahrnuje otryskání starých nátěrů, důkladnou přípravu povrchu a aplikaci nového nátěrového systému. Současně nabízíme služby korozních inženýrů (FROSIO, APC) a poskytování inspekční činnosti v oblasti nátěrových systémů.

Dodáváme technologie pro lakovny a tryskací boxy a zabýváme se jejich projektováním, stavbou i rekonstrukcí.

#### PRŮMYSLOVÉ BARVY

- Výhradní distributor NH Hempel pro severní Čechy
- Tónování barev na počkání i na objednávku
- Skladem více než 60 tis. litrů NH
- Odborné poradenství nátěrových systémů

#### STŘÍKACÍ TECHNIKA

- Autorizovaný prodejce vzduchové a airless stříkací techniky
- Hlavní distributor značek Graco, Storch, Airlessco
- Záruční i pozáruční servis
- Široký sortiment náhradních dílů

#### TRYSKACÍ TECHNIKA

- Technologie a příslušenství pro mobilní i stacionární tryskání
- Tryskání bez abraziva pomocí Bristle Blaster
- Realizace tryskacích boxů
- Tryskání vodním paprskem

#### ABRAZIVA

- Široký výběr kovových a nekovových abraziv
- Ti-Grit, ocelová drť, broky, australský granát
- Balotina
- Korund

#### INSPEKCE

- Inspektoři jsou držitelé certifikátů FROSIO a APC
- Členové asociace korozních inženýrů (AKI)
- Kompletní inspekční a konzultační služby
- Vypracování odborných posudků a návrhů PKO



**CORROCOAT**



**Rezorect**  
PROBLEM SOLVED...

**STŘEDISKO MOST:**  
Topolová 1456, 434 01 Most  
e-mail: mipi@corrotech.com, tel. 724 727 453

**STŘEDISKO BRNO:**  
Bohunická 238/ 67, 619 00 Brno  
e-mail: jp@corrotech.com, tel. 602 785 601

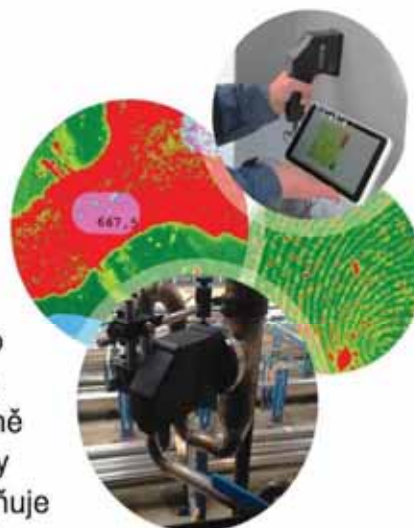


# Recognoil

nondestructive oil layer detector

Firma TechTest, s.r.o. se zabývá vývojem detekčních zařízení a metod pro kontrolu kvality povrchů a kapalin. V roce 2014 společnost TechTest představila novou verzi unikátního zařízení pro detekci mastných nečistot Recognoil. Vyvinuté zařízení je schopno v reálném čase poskytnout obsluze informace o znečištění povrchu předmětu mastnotou ve formě obrazových dat, včetně stanovení tloušťky vrstvy a plošné koncentrace. Zařízení Recognoil umožňuje díky neustálemu vývoji využití v celé řadě oborů.

Kombinací vhodného příslušenství a softwarových doplňků lze navíc dosáhnout plnohodnotných výstupů s celou řadou užitečných informací pro popis stavu složitých a obtížně přístupných povrchů.



**Vývoj optických detekčních zařízení**  
Vývoj nových zařízení a softwarových řešení.



**Optimalizace procesů**  
Detekce mastných nečistot za účelem zkvalitnění vašich procesů.



**Automatizace / řešení na klíč**  
Automatizace procesu měření a vývoj zařízení dle specifických požadavků zákazníka.



**Servisní činnost**  
Servisní činnost a technická podpora pro naše zákazníky.



**Poradenská činnost**  
Poradenská činnost v oboru povrchových úprav.



[www.techtest.eu](http://www.techtest.eu)

TechTest, s.r.o., Na Studánkách 782, 551 01, Jaroměř, Česká republika



## KOMPLEXNÍ SLUŽBY PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY



### MATERIÁLY PPG

- kataforézní – mokré – práškové barvy
- pomocné materiály
- chemie pro předúpravu



### POSKYTOVANÉ SLUŽBY

- návrhy nátěrových systémů
- celková logistika dodávek
- pravidelný technologický servis
- outsourcing provozů lakoven
- environmentální servis
- testy kvality nátěrů
- zajištění návrhu a dodávek zařízení



www.mega.cz, dpu@mega.cz, tel.: 566 550 925, fax: 566 550 898

## Redakce online časopisu POVRCHÁŘI

---

### Šéfredaktor

doc. Ing. Viktor Kreibich, CSc., tel: 602 341 597

### Redakce

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Ing. Michal Pakosta, Ph.D.

Ing. Petr Drašnar, Ph.D.

Ing. Dana Benešová, Ph.D.

Ing. Michal Zoubek

Ing. Jakub Svoboda

Ing. Jiří Kuchař

Ing. Hana Hrdinová

### Redakční rada

Ing. Roman Dvořák, MM publishing, s.r.o.

Ing. Vlastimil Kuklík, Ph.D., InPÚ z.ú.

Ing. Miloslav Skalický, ZVVZ MACHINARY, a.s.

Ing. Petr Strzyž, ředitel Asociace českých a slovenských zinkoven

Ing. Jan Kudláček, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní

Ing. Jakub Horník, Ph.D., ČVUT v Praze, Fakulta strojní

### Grafické zpracování

Ing. Jaroslav Červený, Ph.D.

Přihlášení k zaslání online časopisu je možno provést na [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

Všechna vyšlá čísla je možné stáhnout na [www.povrchari.cz](http://www.povrchari.cz)

### Vydavatel

Ing. Jan Kudláček, Ph.D.

Semonice 110

551 01 Jaroměř

e-mail: [info@povrchari.cz](mailto:info@povrchari.cz)

tel: 605 868 932

**Povrcháři ISSN 1802-9833**

Časopis Povrcháři byl vybrán v roce 2011 jako kvalitní pokračující zdroj informací u Českého národního střediska ISSN.

Tento on-line zdroj je uchováván jako součást českého kulturního dědictví.