

POVRCHOVÉ ÚPRAVY MATERIÁLŮ, JEJICH ÚČEL A PROVÁDĚNÍ

(Ing. Vladimír Kudělka, Ph.D., Ing. Stanislav Krejčí, František Dolák, D.t.)

Firma provádějící povrchové úpravy musí splňovat: požadavky na bezpečné a ekologické vybavení i zařízení, kvalifikaci personálu, zavedený (certifikovaný) systém řízení kvality, zavedené kvalifikované postupy provádění, zavedený kontrolní a zkušební systém, plnění požadavků technických norem a právně - technických předpisů.

Povrchové úpravy se provádí: mimo jiné hlavně za účelem ochrany proti korozi, neboť koroze je narušování materiálu vzájemným chemickým nebo elektrochemickým působením materiálu a okolního prostředí (plyn, kapalina, pevné prostředí).

Význam koroze: Korozi podléhají téměř všechny materiály, nejen kovy a jejich slitiny. Objevuje se také u jiných anorganických materiálů (sklo, beton aj.) i u materiálů organických (pryž, plasty aj.). Způsob znehodnocení materiálu může být různý, od nežádoucí změny vzhledu po úplný rozpad. Koroze představuje značné ekonomické ztráty. Odhaduje se, že v ČR způsobí koroze ztrátu ve výši asi 130 miliard Kč ročně. Obecně ve vyspělých zemích jsou pak tyto škody odhadovány na 3 až 5% HDP. Rozlišují se ztráty koroze přímé a nepřímé. Do přímých ztrát se započítávají náklady na opatření zabráňující korozi, náklady na opravy poškozených zařízení a náklady spojené s úplným vyřazením zařízení poškozeného koroze. Nepřímé ztráty jsou ztráty způsobené snížením nebo zastavením výroby v důsledku poškození zařízení koroze. V některých případech mohou být nepřímé ztráty mnohonásobně větší, než ztráty přímé.

Druhy povrchových úprav materiálů: kartáčování, broušení, mechanické čištění, chemické čištění, odmaštění, pískování, tryskání, kuličkování, omílání, moření, leštění, pasivace, nátěry, máčení, nástřiky, fosfátování, černění (brynýrování), černění (nerezové), decromet (anorganické pozinkování), mechanické pozinkování, aluzinkování, kadmiování, olovění, indiování, manganofosfátování, polyseal, smaltování, zinkování, niklování, veralizace, chromování, pomosazování, pomědění, postříbření, pocínování, eloxování, ruspert, žárové niklování, kataforéza, práškové lakování, barvení, galvanické pokovování, metalizace (šopování), kovové povlakování (difuzní, kondenzační, chemické, elektrochemické), povlakování plasty a pryží, impregnace aj.

Ochranné povlaky nebo vrstvy: je možno podle jejich chemické povahy rozdělit do tří skupin - nekovové neorganické., kovové, organické.

Příčina koroze: Nejčastěji jsou materiály ovlivňovány okolním prostředím (ve vzduchu se nachází kyslík, vodní páry, kouřové plyny se sloučeninami síry a fosforu, spalné plyny - oxid uhličitý nebo oxid siřičitý, zředěné kyseliny - kyselina uhličitá, sírová a solná). Většina kovů byla v podobě rud spojená s kyslíkem, vodou, sírou, fosforem nebo uhlíkem. Při hutnickém zpracování byla tato spojení uvolněna se značným vynaložením energie. Následně kovy usilují o vytvoření počátečního stavu.

Účinky koroze: se projevují změnami vlastností materiálů. Zhoršují se zejména vlastnosti mechanické (materiál křehne, praská, mění tvar i rozměry). Na povrchu vznikají vrstvy korozních zplodin, které mají zásadně jiné vlastnosti, než materiál před napadením koroze. Podle povahy korozních dějů se rozlišují různé druhy koroze, tj. koroze ve vodě (H₂O), v atmosféře kyslíku - okysličeném prostředí (O₂), v prostředí chlóru (Cl), v solích a minerálech NaCl, MgCl₂, v kouřových plynech (S, P), v oxidech (SO₃, SO₄, CO₃, P₂O₅, NO₂ v loužích (NaOH, Ca(OH)₂, v kyselinách (HCl, H₂SO₃, H₂SO₄, H₂CO₃).

Ochrana proti korozi: volba vhodného materiálu, konstrukční úpravy, technologické úpravy, úpravy korozního prostředí, elektrochemická ochrana, ochranné povlaky.

Koroze: Stykem s prostředím kovy korodují. Koroze začíná na povrchu materiálu, postupně se rozšiřuje dovnitř materiálu přes jeho povrch.

Rozdělení koroze: podle vnitřního mechanismu, podle prostředí, podle vzhledu, podle mechanického namáhání.

Koroze podle druhu mechanického namáhání (kombinace s vnějšími vlivy): Korozní únava, vibrační koroze, korozní praskání, koroze vzniklá bludnými proudy.

Průběh koroze: a) okysličený povrch ochraňuje spodní vrstvy materiálu

b) okysličování postupuje do hloubky materiálů a kov naruší do hloubky

Druhy koroze: Podle vzniku koroze chemická, elektrochemická (fyzikálně - chemická).

Podle vzhledu: rovnoměrná, nerovnoměrná (koroze galvanická, štěrbinová, bodová, korozní praskání, mezikrystalová koroze, selektivní koroze, erozní koroze).

Podle druhu: napadení rovnoměrné (plošné), napadení místní (nerovnoměrné), napadení důlkové, napadení bodové, napadení mezikrystalové, napadení transkrystalové, napadení selektivní.

Podle korozního prostředí: koroze atmosférická, biologická, půdní (zemní), ve vodách i kapalinách, v plynech, za vysokých teplot, v různých chemických látkách (chemická, elektrochemická).

Přehled technických norem a předpisů:

Provádění povrchových úprav je důležitou ochranou povrchu materiálů výrobků z hlediska odolnosti proti korozním vlivům provozního prostředí. Kvalita provedení povrchové úpravy má vliv na životnost, spolehlivost i bezpečnost provozovaných výrobků a také jejich vzhled.

- **ČSN P ENV 12837** - Nátěrové hmoty. Kvalifikační požadavky na inspektory protikorozní ochrany ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy
- **ČSN EN ISO 8044** – Koroze kovů a slitin. Základní termíny a definice
- **ČSN EN ISO 16348** – Kovové a jiné anorganické povlaky. Definice a dohody týkající se vzhledu
- **ČSN EN ISO 2064** – Kovové a jiné anorganické povlaky. Definice a dohody týkající se měření tloušťky
- **ČSN EN ISO 2808** – Nátěrové hmoty. Stanovení tloušťky nátěru
- **ČSN EN ISO 3882** – Kovové a jiné anorganické povlaky. Přehled metod měření tloušťky
- **ČSN EN ISO 4287** – Geometrické požadavky na výrobky (GPS). Struktura povrchu: Profilová metoda. Termíny, definice a parametry struktury povrchu
- **ČSN EN ISO 2859-1 až 3** – Statistické přejímky srovnáním. Přejímací plány. Občasná přejímka
- **ČSN EN ISO 14713-1 až 3** – Zinkové povlaky. Směrnice a doporučení pro ochranu ocelových a litinových konstrukcí proti korozi. Všeobecné zásady pro navrhování a odolnost proti korozi, žárové zinkování ponorem, sherardování
- **ČSN EN 657** - Žárové stříkání. Názvosloví. Klasifikace.
- **ČSN EN ISO 14922-1 až 4** - Žárové stříkání - Požadavky na jakost při žárovém stříkání konstrukcí. Směrnice pro jejich volbu a použití. Komplexní požadavky na jakost. Standardní požadavky na jakost. Základní požadavky na jakost
- **ČSN EN ISO 14923** - Žárové stříkání. Charakterizace a zkoušení žárově stříkaných povlaků
- **ČSN EN 13507** - Žárové stříkání. Příprava povrchů kovových dílů a součástí před žárovým stříkáním
- **ČSN EN 14616** - Žárové stříkání. Doporučení pro žárové stříkání
- **ČSN EN ISO 14921** - Žárové stříkání. Postup nanášení žárově stříkaných povlaků na strojírenské součásti
- **ČSN EN ISO 17834** - Žárové stříkání. Povlaky na ochranu proti korozi a oxidaci za zvýšených teplot
- **ČSN EN ISO 2063** - Žárové stříkání. Kovové a jiné anorganické povlaky. Zinek, hliník a jejich slitiny
- **ČSN EN ISO 14924** - Žárové stříkání. Dodatečné úpravy a konečná úprava žárově stříkaných povlaků
- **ČSN EN ISO 12690** – Kovové a jiné anorganické povlaky. Dozor nad žárovým stříkáním. Úkoly a odpovědnosti
- **ČSN EN ISO 14918** – Žárové stříkání. Zkoušení způsobilosti pracovníků provádějících žárové stříkání
- **ČSN EN 15648** – Žárové stříkání. Kvalifikace postupů ve vztahu ke stříkaným součástem

- **ČSN EN ISO 12944-1** – Nátěrové hmoty. Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy. Všeobecné zásady
- **ČSN EN ISO 12944-2** – Klasifikace vnějšího prostředí
- **ČSN EN ISO 12944-3** – Navrhování
- **ČSN EN ISO 12944-4** – Typy povrchů podkladů a jejich příprava
- **ČSN EN ISO 12944-5** – Ochranné nátěrové systémy
- **ČSN EN ISO 12944-6** – Laboratorní zkušební metody
- **ČSN EN ISO 12944-7** – Provádění a dozor při zhotovování nátěrů
- **ČSN EN ISO 12944-8** – Zpracování specifikací pro nové a údržbové nátěry
- **ČSN EN ISO 8501-1** – Stupně zarezavění a stupně přípravy ocelového podkladu bez povlaku a ocelového podkladu po úplném odstranění předchozích povlaků
- **ČSN EN ISO 8501-2** – Stupně přípravy dříve natřeného ocelového podkladu po místním odstranění předchozích povlaků
- **ČSN EN ISO 8501-3** – Stupně přípravy svarů, hran a ostatních ploch s povrchovými vadami
- **ČSN EN ISO 8501-4** – Výchozí stav povrchu, stupně přípravy a bleskové koroze po vysokotlakém tryskání vodou
- **ČSN EN ISO 8502-1 až 12** – Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Zkoušky pro vyhodnocení čistoty povrchu
- **ČSN EN ISO 8503-1 až 5** – Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Charakteristiky drsnosti povrchu otryskaných ocelových podkladů
- **ČSN EN ISO 8504-1 až 3** – Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Metody přípravy výrobků
- **ČSN EN 13507** – Žárové stříkání. Příprava povrchů kovových dílů a součástí před žárovým stříkáním
- **ČSN EN ISO 1461** – Zinkové povlaky nanášené žárově ponorem na ocelové a litinové výrobky. Specifikace a zkušební metody
- **ČSN EN ISO 11124-1 až 4** – Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Specifikace kovových otryskávacích prostředků. Klasifikace, písek, broky
- **ČSN EN ISO 11125-1 až 6** – Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Zkušební metody pro kovové otryskávací prostředky. Vzorkování, distribuce velikosti částic, stanovení tvrdosti, podíl vadných částic a mikrostruktury
- **ČSN EN ISO 11126-1 až 10** – Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Specifikace nekovových otryskávacích prostředků. Třídění, distribuce velikosti částic, hustota, tvrdost, vlhkost, rozpustné nečistoty, chloridy, olivinový písek, staurolit, almandin
- **ČSN EN ISO 11127-1 až 7** – Příprava ocelových podkladů před nanášením nátěrových hmot a obdobných výrobků. Zkušební metody pro nekovové otryskávací prostředky. Vzorkování, distribuce velikosti částic, hustota, tvrdost, vlhkost, stanovení rozpustných nečistot, stanovení chloridů
- **ČSN ISO 8407** – Koroze kovů a slitin. Odstraňování korozních zplodin ze vzorků podrobených korozním zkouškám
- **ČSN ISO 11845** – Koroze kovů a slitin. Všeobecné zásady pro korozní zkoušky
- **ČSN ISO 7348** – Korozní zkoušky v umělé atmosféře. Všeobecné požadavky
- **ČSN EN ISO 8565** – Kovy a slitiny. Atmosférické korozní zkoušky. Základní požadavky
- **ČSN EN ISO 1463** – Kovové a oxidové povlaky. Měření tloušťky povlaku. Mikroskopická metoda
- **ČSN ISO 2178** – Nemagnetické povlaky na magnetických podkladech. Měření tloušťky povlaku. Magnetická metoda
- **ČSN ISO 4518** – Kovové povlaky. Měření tloušťky povlaku. Profilometrická metoda

- **ČSN EN ISO 14577-4** – Kovové materiály. Instrumentovaná vnikací zkouška stanovení tvrdosti a materiálových parametrů. Část 4: Zkušební metoda pro kovové a nekovové materiály
- **ČSN EN ISO 3651-1** – Stanovení odolnosti korozivzdorných ocelí mezikrystalové korozi. Část 1: Korozivzdorné austenitické a feriticko-austenitické (dvoufázové) oceli. Zkouška koroze v kyselině dusičné měřením úbytku hmotnosti (Huey-test)
- **ČSN EN ISO 3651-2** – Stanovení odolnosti ocelí vůči mezikrystalové korozi. Část 2: Feritické, austenitické a feriticko-austenitické (dvoufázové) oceli. Korozní zkouška v prostředí obsahujícím kyselinu sírovou

System kvality provádění povrchových úprav je dán požadavky výše uvedených norem. System prokazování kvality je požadován dle ČSN EN ISO 9001 a ČSN EN ISO 3834. Povrchové úpravy jsou předepisovány v dokumentaci projektantem nebo konstruktérem na základě požadavku výrobních a harmonizovaných nebo technicky určených norem a dle provozního prostředí výrobku a zařízení, v souladu se zák. č.90/2016 Sb., zák. č. 91/2016 Sb. i zák. č. 22/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů a právně-technickými předpisy - Nařízeními vlády ČR (EU Směrnicemi ES, EHS, EC, EU, NEPR).

Související předpisy:

1. **Konstrukce stavebních výrobků** namáhané staticky, cyklicky, na únavu i dynamicky, tj. konstrukce budov, výrobních hal, mostů, sloupů, stožárů, věží, komínů, pilotů, vodohospodářských staveb, konstrukcí energetických tras, výztuží do betonu aj. /od 01.07.2013 dle NEPR č. 305/2011 /(CPR), NKPP EU č. 568/2014, NKPP EU č. 574/2014, NV č. 215/2016 Sb., zák. č. 90/2016 Sb. i zák. č. 91/2016 Sb. a zák. č. 22/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů, Stavebního zákona č. 183/2006 Sb. i zák. č. 350/2012 Sb., výrobních norem i evropských Směrnic ES, EU, EHS, NEPR, NKPP, CPR/.
2. **Konstrukce tlakových zařízení** – potrubí, výměníků, tlakových nádob, kotlů, nádrží, zásobníků aj., NV č. 219/2016 Sb., NV č. 119/2016 Sb., NV č. 208/2011 Sb., NV č. 25/2003 Sb., NV č. 126/2004 Sb., NV č. 42/2006 Sb., NV č. 179/2001 Sb., zák. č. 90/2016 Sb. i zák. č. 91/2016 Sb. a zák. č. 22/1997 Sb., výrobních norem i evropských Směrnic 2014/68/EU, 2014/29/EU, 2009/105/ES, 87/404/EHS, 2010/35/EU, 92/42/EHS, 96/57/ES).
3. **Konstrukce strojů, zdvihacích a zvedacích i dopravních zařízení, chladicích zařízení** – těžební, důlní, stavební, dopravní, výrobní stroje, jeřáby, zdvihací plošiny, zvedáky, výtahy aj. (dle NV č. 122/2016 Sb., č. 176/2008 Sb. a NV č. 170/2011 Sb., NV č. 229/2012 Sb., NV č. 27/2003 Sb., NV č. 127/2004 Sb., NV č. 142/2008 Sb., NV č. 179/2001 Sb., NV č. 70/2002 Sb., zák. č. 90/2016 Sb. i zák. č. 91/2016 Sb. a zák. č. 22/1997 Sb., výrobních norem i evropských Směrnic 2006/42/ES, 2009/127/ES, 2012/32/EU, 95/16/ES, 96/57/ES, 2000/9/ES).
4. **Konstrukce plynových zařízení** – potrubí, zásobníky, hořáky, nádrže, kompresorové stanice aj. (dle NV č. 219/2016 Sb., NEPR 2016/426, č. 25/2003 Sb., NV č. 126/2004 Sb., zák. č. 90/2016 Sb. i zák. č. 91/2016 Sb., zák. č. 22/1997 Sb., výrobních norem i evropských Směrnic 2009/142/ES, 90/396/EHS, 92/42/EHS).
5. **Elektrická zařízení používaná v určitých mezích napětí** (dle NV č. 118/2016 Sb., prostředí s nebezpečím výbuchu. **Výrobky z hlediska jejich elektromagnetické kompatibility** (dle NV č. 117/2016 Sb.). **Zařízení a ochranné systémy určené k použití v prostředí s nebezpečím výbuchu** (dle NV č. 116/2016 Sb.). Tj. dle zák. č. 90/2016 Sb. i zák. č. 91/2016 Sb. a zák. č. 22/1997 Sb. a dle výrobních norem i evropských Směrnic 2014/35/EU, 2014/30/EU, 2014/34/EU).

6. **Tabulka – Venkovní koncentrace některých nejdůležitějších znečišťujících látek v různých typech prostředí**

Znečišťující látka	Koncentrace/depoziční rychlost (roční průměr)	Zdroje
SO ₂	venkovské: 2 – 15 (µg/m ³) městské: 5 – 100 (µg/m ³) průmyslové: 50 – 400 (µg/m ³)	Hlavními zdroji SO ₂ jsou spalování fosilních paliv, jakož i emise z průmyslových závodů.
NO ₂	venkovské: 2 – 25 (µg/m ³) městské: 20 – 150 (µg/m ³)	Hlavním zdrojem emisí NO ₂ je doprava.
HNO ₂	venkovské: 0,1 – 0,7 (µg/m ³) městské/průmyslové: 0,5 – 4 (µg/m ³)	HNO ₂ souvisí s NO ₂ . Vysoká koncentrace NO ₂ , organické sloučeniny a UV záření zvyšují koncentraci HNO ₂ .
O ₃	20 - 90 (µg/m ³)	O ₃ se vytváří v atmosféře interakcí mezi slunečním

		zářením, kyslíkem a znečišťujícími látkami. Koncentrace ozónu je vyšší ve znečištěných venkovských atmosférách a je nižší v městských oblastech se silnou dopravou
H ₂ S	obvykle: 1 – 5 (µg/m ³) průmyslové přístřešky pro zvířata: 20 - 250 (µg/m ³)	Existují některé přírodní zdroje H ₂ S, jako bahenní plyny a sopečná činnost. Nejvyšší koncentrace vznikají v průmyslu papíru a celulózy a v zemědělství.
Cl ₂	obvykle: 0,1 (µg/m ³) některé průmyslové závody: až 20 (µg/m ³)	Hlavním zdrojem jsou emise z průmyslu papíru a celulózy.
Cl ⁻	0,1 - 200 (µg/m ³) v závislosti na zeměpisné situaci – v přímořských atmosférách: 300 - 1500 (µg/m ³)	Hlavními zdroji jsou aerosol mořské vody a prostředky pro odmrazování silnic.
NH ₃	obvykle nízké koncentrace: < 20 (µg/m ³) poblíž zdroje: až 3000 (µg/m ³)	Nejvyšší průměrné hodnoty mohou způsobovat hnojiva v zemědělských oblastech a emise z průmyslu a výroby potravin.
Pevné částice – PM ₁₀	venkovské: 10 – 25 (µg/m ³) městské/průmyslové: 30 - 70 (µg/m ³)	Venkovské: převážně inertní složky. Městské: vysoká koncentrace v oblastech s dopravou, korozně agresivní složky. Průmyslové: emise z výroby mohou vytvářet vysoké koncentrace.
Pevné částice (usazený prach)	venkovské: 450 – 1500 (mg/(m ² ·a)) městské/průmyslové: 1000 – 6000 (mg/(m ² ·a))	Venkovské: převážně inertní složky. Městské a průmyslové: korozně aktivní složky (SO ₄ ²⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻).
Saze	venkovské: < 5(mg/(m ² ·a)) městské/průmyslové: až 75 (mg/(m ² ·a))	Hlavním zdrojem je spalování uhlí a dřeva. Dalším zdrojem jsou emise ze vznětových motorů automobilů.
POZNÁMKA Tabulka uvádí rámcové rozsahy koncentrací nebo depozičních rychlostí znečišťujících látek. Skutečné intervaly jsou v různých částech světa odlišné, v závislosti na úrovni industrializace a aplikaci opatření k redukci znečišťování (zákonná opatření, koncové technologie, atd.).		

Tabulka – Klasifikace znečištění látkami obsahujícími síru (zastoupenými SO₂)

Depoziční rychlost SO ₂ mg/(m ² ·d)	Koncentrace SO ₂ µg/m ³	Úroveň
$P_d \leq 4$	$P_c \leq 5$	P_0 venkovská atmosféra
$4 < P_d \leq 24$	$5 < P_c \leq 30$	P_1 městská atmosféra
$24 < P_d \leq 80$	$30 < P_c \leq 90$	P_2 průmyslová atmosféra
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	P_3 vysoce znečištěná průmyslová atmosféra
POZNÁMKA 1 Způsoby stanovení oxidu siřičitého (SO ₂) jsou specifikovány v ISO 9225.		
POZNÁMKA 2 Hodnoty, stanovené pro oxid siřičitý (SO ₂) depoziční metodou (P_d) a volumetricky (P_c) jsou pro účely této mezinárodní normy ekvivalentní. Vztah mezi výsledky měření oběma metodami lze přibližně vyjádřit takto: $P_d = 0,8 P_c$. Tento převodní činitel vychází z výsledků měření depoziční rychlosti na alkalickém povrchu.		
POZNÁMKA 3 Pro účely této mezinárodní normy se depoziční rychlost a koncentrace oxidu siřičitého (SO ₂) vypočítávají z měření, prováděných nepřetržitě po dobu nejméně jednoho roku a vyjadřují se jako roční průměr. Výsledky krátkodobých měření se mohou od dlouhodobých značně lišit. Takové výsledky se používají jen pro informaci.		
POZNÁMKA 4 Uvedené rozsahy pokrývají úrovně, běžné v jednotlivých typech atmosfér. Extrémní hodnoty jsou uvedeny v tabulce B.2.		

Tabulka B.4 – Klasifikace znečištění vzdušnou salinitou (zastoupenou chloridy)

Depoziční rychlost chloridů mg/(m ² ·d)	Úroveň
$S_d \leq 3$	S_0
$3 < S_d \leq 60$	S_1
$60 < S_d \leq 300$	S_2
$300 < S_d \leq 1\,500$	S_3

POZNÁMKA 1 Úroveň vzdušné salinity podle této mezinárodní normy vychází z měření metodou mokré svíce, specifikovanou v ISO 9225.

POZNÁMKA 2 Výsledky, získané různými metodami stanovení obsahu solí v atmosféře (například metodou suché desky), nejsou vždy přímo porovnatelné a převoditelné. Odvozené převodní vztahy jsou uvedeny v ISO 9225.

POZNÁMKA 3 Pro účely této mezinárodní normy se depoziční rychlost chloridů vyjadřuje jako roční průměr. Výsledky krátkodobých měření jsou velice proměnlivé a velmi silně závisí na počasí.

POZNÁMKA 4 Extrémní znečištění chloridy, které je typické pro zónu s postřikem mořské vody, není předmětem této mezinárodní normy.

POZNÁMKA 5 Vzdušná salinita silně závisí na činitelích, ovlivňujících přenos mořských solí do vnitrozemí, například na směr větru, rychlosti větru, topografii místa, vzdálenosti místa expozice od moře, atd.

Tabulka – Rychlost koroze (r_{corr}) po prvním roce expozice pro jednotlivé stupně korozní agresivity

Stupeň korozní agresivity	Rychlosti koroze kovů r_{corr}				
	Jednotky	Uhlíková ocel	Zinek	Měď	Hliník
C1	g/(m ² ·a) μm/a	$r_{\text{corr}} \leq 10$ $r_{\text{corr}} \leq 1,3$	$r_{\text{corr}} \leq 0,7$ $r_{\text{corr}} \leq 0,1$	$r_{\text{corr}} \leq 0,9$ $r_{\text{corr}} \leq 0,1$	zanedbatelná -
C2	g/(m ² ·a) μm/a	$10 < r_{\text{corr}} \leq 200$ $1,3 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$0,7 < r_{\text{corr}} \leq 5$ $0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,7$	$0,9 < r_{\text{corr}} \leq 5$ $0,1 < r_{\text{corr}} \leq 0,6$	$r_{\text{corr}} \leq 0,6$ -
C3	g/(m ² ·a) μm/a	$200 < r_{\text{corr}} \leq 400$ $25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 15$ $0,7 < r_{\text{corr}} \leq 2,1$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 12$ $0,6 < r_{\text{corr}} \leq 1,3$	$0,6 < r_{\text{corr}} \leq 2$ -
C4	g/(m ² ·a) μm/a	$400 < r_{\text{corr}} \leq 650$ $50 < r_{\text{corr}} \leq 80$	$15 < r_{\text{corr}} \leq 30$ $2,1 < r_{\text{corr}} \leq 4,2$	$12 < r_{\text{corr}} \leq 25$ $1,3 < r_{\text{corr}} \leq 2,8$	$2 < r_{\text{corr}} \leq 5$ -
C5	g/(m ² ·a) μm/a	$650 < r_{\text{corr}} \leq 1500$ $25 < r_{\text{corr}} \leq 50$	$30 < r_{\text{corr}} \leq 60$ $4,2 < r_{\text{corr}} \leq 8,4$	$25 < r_{\text{corr}} \leq 50$ $2,8 < r_{\text{corr}} \leq 5,6$	$5 < r_{\text{corr}} \leq 10$ -
CX	g/(m ² ·a) μm/a	$1500 < r_{\text{corr}} \leq 5500$ $200 < r_{\text{corr}} \leq 700$	$60 < r_{\text{corr}} \leq 180$ $8,4 < r_{\text{corr}} \leq 25$	$50 < r_{\text{corr}} \leq 90$ $5,6 < r_{\text{corr}} \leq 10$	$r_{\text{corr}} > 10$ -

POZNÁMKA 1 Klasifikace vychází ze stanovení korozních rychlostí standardních vzorků pro hodnocení korozní agresivity (viz ISO 9226).

POZNÁMKA 2 Korozní rychlosti, vyjádřené v gramech na čtverečný metr a rok [g/(m²·a)], byly přepočteny na mikrometry za rok (μm/a) a zaokrouhleny.

POZNÁMKA 3 Standardní kovové materiály jsou popsány v ISO 9226.

POZNÁMKA 4 Hliník vykazuje rovnoměrnou i lokální korozi. Korozní rychlosti, uvedené v tabulce 2, byly počítány pro rovnoměrnou korozi. Přesnějším ukazatelem možného poškození je maximální hloubka průniku koroze nebo počet korozních důlků (v závislosti na konečném použití). V důsledku pasivace a poklesu korozní rychlosti nemůže být rovnoměrná koroze ani lokální koroze hodnocena po uplynutí prvního roku expozice.

POZNÁMKA 5 Korozní rychlosti, převyšující horní meze stupně C5, jsou považovány za extrémní. Stupeň korozní agresivity CX se týká specifických přímořských a přímořských průmyslových prostředí (viz příloha C).

Tabulka – Stupeň korozní agresivity atmosféry

Stupeň	Korozní agresivita
C1	Velmi nízká
C2	Nízká
C3	Střední
C4	Vysoká
C5	Velmi vysoká
CX	Extrémní

Tabulka – Parametry použité při odvození rovnic znehodnocení včetně značky, popisu, intervalu hodnot a jednotky

Značka	Popis	Interval	Jednotka
T	Teplota	-17,1 až 28,7	°C
RH	Relativní vlhkost	34 až 93	%
P_d	Depoziční rychlost SO ₂	0,7 až 150,4	mg/(m ² ·d)
S_d	Depoziční rychlost Cl ⁻	0,4 až 760,5	mg/(m ² ·d)

Hodnoty pro oxid siřičitý (SO₂), stanovené depoziční metodou (P_d) a volumetricky (P_c), jsou pro účely této mezinárodní normy ekvivalentní. Vztah mezi výsledky měření oběma metodami lze přibližně vyjádřit jako:
 $P_d = 0,8 P_c$ [P_d v mg/(m²·d), P_c v µg/m³].

POZNÁMKA Všechny parametry jsou vyjádřeny jako roční průměry.

Tabulka – Klasifikace znečištění látkami obsahujícími síru (zastoupenými SO₂)

Depoziční rychlost SO ₂ mg/(m ² ·d)	Koncentrace SO ₂ µg/m ³	Úroveň
$P_d \leq 4$	$P_c \leq 5$	P_0 venkovská atmosféra
$4 < P_d \leq 24$	$5 < P_c \leq 30$	P_1 městská atmosféra
$24 < P_d \leq 80$	$30 < P_c \leq 90$	P_2 průmyslová atmosféra
$80 < P_d \leq 200$	$90 < P_c \leq 250$	P_3 vysoce znečištěná průmyslová atmosféra

POZNÁMKA 1 Způsoby stanovení oxidu siřičitého (SO₂) jsou specifikovány v ISO 9225.

POZNÁMKA 2 Hodnoty, stanovené pro oxid siřičitý (SO₂) depoziční metodou (P_d) a volumetricky (P_c) jsou pro účely této mezinárodní normy ekvivalentní. Vztah mezi výsledky měření oběma metodami lze přibližně vyjádřit takto: $P_d = 0,8 P_c$. Tento převodní činitel vychází z výsledků měření depoziční rychlosti na alkalickém povrchu.

POZNÁMKA 3 Pro účely této mezinárodní normy se depoziční rychlost a koncentrace oxidu siřičitého (SO₂) vypočítávají z měření, prováděných nepřetržitě po dobu nejméně jednoho roku a vyjadřují se jako roční průměr. Výsledky krátkodobých měření se mohou od dlouhodobých značně lišit. Takové výsledky se používají jen pro informaci.

POZNÁMKA 4 Uvedené rozsahy pokrývají úrovně, běžné v jednotlivých typech atmosfér. Extrémní hodnoty jsou uvedeny v tabulce B.2.

Tabulka – Klasifikace znečištění vzdušnou salinitou (zastoupenou chloridy)

Depoziční rychlost chloridů mg/(m ² ·d)	Úroveň
$S_d \leq 3$	S_0
$3 < S_d \leq 60$	S_1
$60 < S_d \leq 300$	S_2
$300 < S_d \leq 1\,500$	S_3

POZNÁMKA 1 Úroveň vzdušné salinity podle této mezinárodní normy vychází z měření metodou mokré svíce, specifikovanou v ISO 9225.

POZNÁMKA 2 Výsledky, získané různými metodami stanovení obsahu solí v atmosféře (například metodou suché desky), nejsou vždy přímo porovnatelné a převoditelné. Odvozené převodní vztahy jsou uvedeny v ISO 9225.

POZNÁMKA 3 Pro účely této mezinárodní normy se depoziční rychlost chloridů vyjadřuje jako roční průměr. Výsledky krátkodobých měření jsou velice proměnlivé a velmi silně závisí na počasí.

POZNÁMKA 4 Extrémní znečištění chloridy, které je typické pro zónu s postřikem mořské vody, není předmětem této mezinárodní normy.

POZNÁMKA 5 Vzdušná salinita silně závisí na činitelích, ovlivňujících přenos mořských solí do vnitrozemí, například na směru větru, rychlosti větru, topografii místa, vzdálenosti místa expozice od moře, atd.