

Technická dokumentace a protokol

o ověření a uplatnění technologie č. CK03000125-V3

„Postup diagnostiky a hodnocení ochranné účinnosti patiny na mostech z patinujících ocelí“

Původ technologie

Technologie je výsledkem výzkumných aktivit projektu CK03000125 Inovativní diagnostické metody hodnocení pro bezpečnost a trvanlivost mostů z patinujících ocelí, řešeného v rámci programu DOPRAVA 2020+ podporovaného Technologickou agenturou ČR.

Popis technologie obecně

Ověřovaná technologie uvádí postup pro rozhodování o diagnostice a hodnocení stavu patiny a vlivu degradace na spolehlivost existujících mostů z patinujících ocelí. Je v souladu a doplňuje Technické podmínky MD ČR – především TP 42 a TP 197 a normy ČSN 73 6221, ČSN EN ISO 9223 a ČSN EN ISO 9224.

Oproti uhlíkovým ocelím probíhá rozvoj koroze u nízkolegovaných ocelí se zvýšenou odolností proti atmosférické korozi (patinujících ocelí) odlišným způsobem, což je potřebné zohlednit při plánování diagnostiky, vyhodnocení získaných výsledků s ohledem na požadovanou spolehlivost a případném návrhu opatření pro zajištění spolehlivosti.

Ověřovaná technologie (dále jen „technologie“) proto doplňuje a aktualizuje ustanovení normativních dokumentů (TP a ČSN) s ohledem na nově zavedené nebo zaváděné mezinárodní normativní dokumenty a výsledky výzkumu včetně dlouhodobých měření na mostech v ČR v různých prostředích. Technologie se opírá nejnovější poznatky získané v rámci řešení projektu CK03000125 i o víceleté zkušenosti s diagnostikou a hodnocením mostů z patinujících ocelí ve spolupráci SVÚOM s.r.o. a Kloknerova ústavu ČVUT. Zohledňují se nové poznatky o vlivu klimatické změny.

Technologie navazuje a doplňuje TP 42 a TP 197. Je určena pro použití společně s ČSN 73 6221, ČSN EN ISO 9223, ČSN EN ISO 9224 a dalšími souvisejícími normami ČSN, ČSN EN a ČSN ISO pro diagnostiku a hodnocení spolehlivosti existujících konstrukcí v podmínkách ČR.

Technologie se zaměřuje na diagnostiku a hodnocení silničních mostů. Lze ji přiměřeně použít pro diagnostiku a hodnocení železničních mostů a lávek, pro které jsou doplňující informace poskytnuty v příloze A. Při aplikacích zaměřených na budovy a stožáry je potřeba obezřetnosti.

Popis technologie – konkrétní navržené řešení

Technologie se zaměřuje na široké spektrum dílčích témat, na jejichž řešení se multidisciplinární tým projektu CK03000125 zaměřil.

Dílčí témata zahrnují:

- specifikaci faktorů ovlivňujících rozvoj ochranné patiny,
- metody diagnostiky a postupy pro vyhodnocení získaných výsledků,

- hodnocení spolehlivosti existujících mostů z patinujících ocelí na základě výsledků průzkumů a
- koncepční doporučení pro opatření pro zajištění spolehlivosti.

Pro účely použití v diagnostice a hodnocení spolehlivosti se v kapitole 2 analyzují faktory ovlivňující rozvoj patiny a dlouhodobé korozní úbytky – korozní agresivitu prostředí, mikroklima hodnocené konstrukce, konstrukční detaily, typ patinující oceli a program údržby.

Kapitola 3 uvádí doporučení pro aplikace metod měření korozních úbytků s ohledem na makro- a mikroklimatické podmínky. Nově se specifikují tvar, umístění, počet i způsob instalace kuponů. Jsou uvedena doporučení pro rozložení měření úbytků v čase. Uvádějí se také doporučení pro prohlídky mostů z patinujících ocelí.

Na vývojovém diagramu je znázorněno rozhodování ohledně provedení podrobného průzkumu s ohledem na výsledky předběžného průzkumu a expoziční podmínky specifikované pro lokalitu a typ mostu. Diagram dále poskytuje doporučení ohledně rozhodnutí o provedení detailního hodnocení spolehlivosti a o opatřeních pro zajištění spolehlivosti. Doporučené postupy pro předběžný a podrobný průzkum jsou detailně popsány v přílohách B a C.

Kapitola 3 dále poskytuje detailní informace k vyhodnocení výsledků průzkumů:

- charakteristiku patiny podle vzhledu,
- odhad korozních rychlostí v závislosti na depozici chloridů a hodnocení stavu patiny,
- závislost depozice chloridů na vzdálenosti od pozemní komunikace s aplikací posypových solí,
- závislost hloubky korozních důlků na tloušťce korozních produktů,
- hodnocení na základě rozboru složení patiny a elektrochemické impedanční spektroskopie (EIS).

Kapitola 4 poskytuje doporučení ke klasifikaci příznivých a nepříznivých prostředí na základě různých faktorů:

- depozice chloridů s ohledem na provoz pod mostem, užití posypových solí a vznik tunelového efektu,
- znečištění prostředí,
- smáčení konstrukce a vlhkost prostředí,
- přítomnost nevhodných detailů u hodnoceného mostu včetně stanovení kritéria pro vznik tunelového efektu.

Uvažují se i interakce mezi těmito faktory.

Kapitola 5 uvádí doporučení k podrobnému hodnocení spolehlivosti. Uvádějí se doporučení a podklady pro pravděpodobnostní predikci korozních úbytků s ohledem na zkušenosti z dlouhodobých měření a pro predikci na základě měření na hodnoceném mostě. Zohledňuje se agresivita prostředí a typ patinující oceli.

Kapitola 6 uvádí koncepční doporučení ohledně opatření pro zajištění spolehlivosti. Zdůrazněn je především význam:

- zamezení zatékání na a do konstrukce, kumulaci vody a zamezení usazování nečistot,
- kontroly a čištění styčníků a spojů,
- pravidelného odstraňování nedostatečně přilnavých korozních vrstev a
- odstraňování nadměrné vegetace z okolí mostu.

Rozlišují se opatření související s lokálními problémy a s celoplošně špatným vývojem patiny.

Příloha A následně uvádí podkladní informace ohledně uplatnění patinujících ocelí pro železniční mosty a lávky pro pěší. Přílohy B a C poskytují detailní informace o diagnostických metodách pro předběžný a podrobný průzkum.

Verifikace a validace metod (ověření)

Ověření postupů diagnostiky a hodnocení proběhlo na rozsáhlém experimentálním programu zahrnujícím detailní výsledky pro šest mostů, pro které byl analyzován stav patiny a úroveň korozního napadení. Dále je ověření technologie demonstrováno na dvou vybraných případových studiích:

- *most1*: most převádějící místní komunikaci přes I/6 s běžnými (dobrymi) expozičními podmínkami,
- *most2*: most převádějící městskou komunikaci přes D1 s mimořádně nepříznivými expozičními podmínkami.

Klasifikace expozičních podmínek byla provedena podle kapitoly 2, oddílu 3.1 včetně obr. 3-1, kapitoly 4 a obr. 4-1 a tab. 4-1 ověřované technologie (výsledkem CK03000125-V3 projektu CK03000125).

Na obou mostech bylo provedeno v souladu s doporučeními v příloze B a příloze C a výsledkem V1 – návrhem ISO:

- vizuální hodnocení stavu patiny s využitím oddílu 3.2 a tab. 3-2 ověřované technologie a funkčního vzorku V8 – referenční šablony,
- měření tloušťky korozních produktů a korozních úbytků na konstrukci v různých polohách s odlišnými expozicemi podle kapitoly 5, obr. 5-1 a obr. 5-2,
- zkouška přilnavosti,
- měření elektrochemickou impedanční spektroskopií (EIS) a rozbor složení patiny včetně stanovení hodnot PAI_{α} a PAI_{β} – oddíl 3.2 včetně tab. 3.3 a obr. 3-5 a měřící zařízení V4 a software V5.

Výsledky všech metod byly vyhodnoceny podle ověřované technologie a kriticky porovnány.

Most1

Mosty postavený v roce 1976 byl hodnocen v roce 2025 (doba expozice je 49 let). Nosné prvky mostu byly vyrobeny z ocelí 15217- Atmofix A a 15127 - Atmofix B. Konstrukci mostu tvoří dva hlavní ocelové svařované nosníky spřažené s železobetonovou horní mostovkou, podélná vzdálenost hlavních nosníků je 2800 mm. Konstrukce mostu je navržena jako spojitý nosník o třech polích (8,4 m + 25,2 m + 8,4 m). Celková délka konstrukce je 25 m. Hmotnost ocelové konstrukce je 2 x 27,4 t. Svařované hlavní nosníky profilu I mají výšku 900 mm, šířka pásnice je 400 mm.

Před hodnocením z roku 2025 byla ocelová konstrukce byla hodnocena v letech 1983 a 2010.



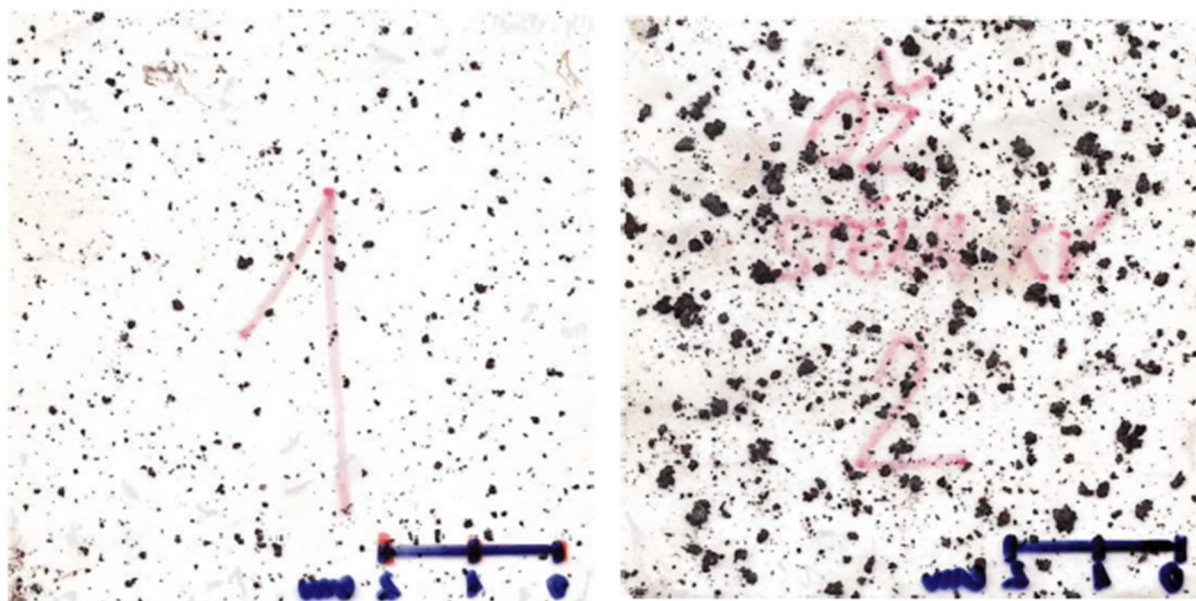
Pohledy na OK mostu1



Vybraná místa odběru vzorků na mostu1



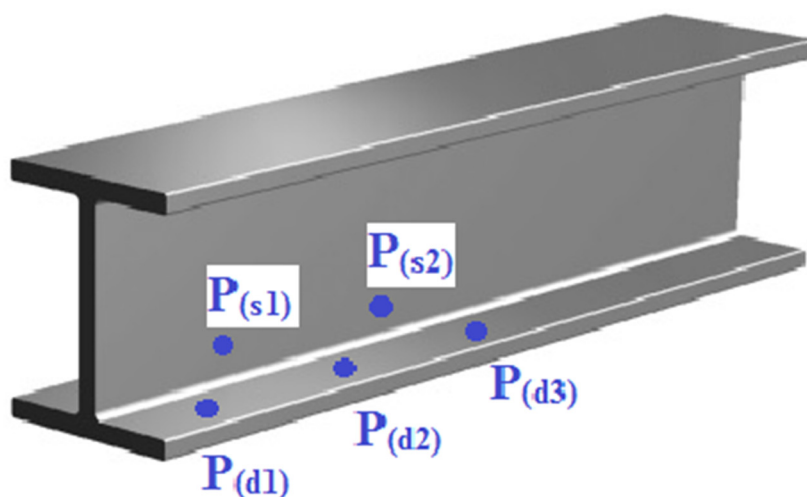
Vizuální hodnocení stavu patiny na mostu1



Makrostruktura vrstvy korozních produktů - most1



Měření metodou EIS - most1



Lokalizace jednotlivých bodů měření EIS řádového specifického odporu R_p vrstvy patiny – vnější část mostu1

vzorek	sloučenina	minerál	chemický vzorec	podíl (%)	PAI(α)	PAI(β)
P2 nosník	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokrit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	40	1,24	0,21
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	57		
	hydroxy-oxid železitý	akaganeit	$\gamma\text{-Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_8\text{Cl}_{1,35}$	3		
P3 pásnice	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokrit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	53	0,91	-
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	47		
P4 pásnice	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokrit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	26	1,20	0,70
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	56		
	oxid křemičitý	křemen	SiO_2	2		
	hydroxy-oxid železitý	akaganeit	$\gamma\text{-Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_8\text{Cl}_{1,35}$	16		
P6 nosník	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokrit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	38	1,29	0,24
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	59		
	hydroxy-oxid železitý	akaganeit	$\gamma\text{-Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_8\text{Cl}_{1,35}$	3		

Ukázka vyhodnocení fázového složení korozních produktů na konstrukci - most1

vzorek	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
P2	0,057	0,034	0,094	0,490	0,106	0,746	0,447	0,041	0,277	0,466	0,492	95,943	-	0,370	0,362	0,068
P3	-	-	0,081	0,228	0,019	0,103	0,084	0,082	0,058	0,261	1,916	95,811	-	0,584	0,636	0,050
P4	0,340	0,073	0,436	1,442	0,050	0,543	0,868	0,137	0,477	0,342	1,071	93,076	-	0,571	0,306	0,036
P6	-	0,038	0,107	0,505	0,082	0,751	0,424	-	0,039	0,453	0,430	96,402	-	0,314	0,422	-
P7	0,151	0,040	0,135	0,611	0,071	0,777	0,666	0,039	0,088	0,437	0,474	95,594	0,150	0,335	0,377	0,014
P9	0,733	0,157	0,587	1,699	0,065	0,705	1,254	0,365	0,560	0,456	1,095	91,081	0,153	0,452	0,378	0,017
P11	0,103	0,041	0,248	0,747	0,068	0,620	0,934	0,022	0,093	0,420	0,447	95,347	0,150	0,317	0,398	0,016
P13	0,347	0,145	0,551	1,559	0,065	0,618	1,289	0,089	0,302	0,391	1,068	92,481	0,146	0,389	0,309	0,028
P14	0,721	0,321	0,927	2,813	0,148	0,426	0,720	0,800	1,111	0,312	1,058	89,561	-	0,465	0,260	0,041
P16	0,464	0,062	0,187	0,663	0,070	0,429	0,632	0,417	0,116	0,424	0,483	95,264	-	0,352	0,394	0,012
P18	0,926	0,243	0,871	2,398	0,093	0,509	0,828	0,745	0,637	0,401	0,900	90,339	0,157	0,419	0,310	0,016
P19	0,200	0,318	2,380	4,595	0,177	0,263	0,177	0,301	1,106	0,268	1,285	87,988	-	0,451	0,233	0,010
P20	-	0,111	0,483	1,827	0,131	0,558	0,190	0,164	0,155	0,463	0,642	94,268	0,207	0,335	0,467	-
P21	0,071	0,038	0,202	0,653	0,080	0,743	0,257	0,069	0,110	0,462	0,467	95,820	0,121	0,355	0,478	0,028
P22	0,698	0,207	0,584	2,027	0,110	0,901	0,888	0,660	0,852	0,413	0,935	90,527	0,151	0,380	0,364	0,035
P23	0,097	0,035	0,153	0,575	0,042	0,162	0,049	0,108	0,128	0,211	1,913	95,423	0,139	0,607	0,235	0,021

Ukázka vyhodnocení prvkového složení korozních produktů (hmot. %) - most1

Most2

Most převádí městskou komunikaci přes dálnici D1. Byl uveden do provozu v roce 2001 (doba expozice 25 let). Most je podle kapitoly 4 ověřované technologie vystaven mimořádně nepříznivým expozičním podmínkám:

- překonávaná D1 představuje silný zdroj Cl⁻ - zařídění podle tab. 4-1 (velmi vysoký provoz na PK pod mostem),
- vzniká významný tunelový efekt: vztah (4-1) a obr. 4-1.

První hodnocení OK bylo provedeno v r. 2008, kdy na silnici pod mostem dosud nebyla použita posypová sůl – tato část dálnice byla uvedena do provozu na jaře 2008. Silnice na mostě pravděpodobně již byla ošetřována posypem solí. V r. 2008 bylo provedeno pouze vizuální hodnocení stavu patinující oceli, kdy se jednalo o relativně mladou vyvíjenou patinou. Zbarvení patiny bylo světle hnědé. V úzkém pásu nad horní plochou dolní pásnice se patina vyvíjela méně příznivě. Další hodnocení OK bylo provedeno v 6/2014, kdy byly na most umístěny i korozní kupony.

Hodnocení v r. 2025 s využitím postupů ověřované technologie ukázalo, že na většině ploch došlo ke ztmavnutí vrstvy patiny. Plochy nad dolní pásnicí nejsou vizuálně odlišné od ostatní plochy stěny nosníku. Na horních plochách dolních pásnic se kumulují prašné nečistoty a lokálně i ptačí trus.



Pohled na OK mostu2



Vybraná místa odběru vzorků na mostu2

vzorek	sloučenina	minerál	chemický vzorec	podíl (%)	PAI(α)	PAI(β)
P1 horní pásnice	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	31	1,91	0,25
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	67		
	hydroxy-oxid železitý	akaganeit	$\gamma\text{-Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_8\text{Cl}_{1,35}$	2		
P2 nosník stěna	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	12	1,41	0,88
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	70		
	hydroxy-oxid železitý	akaganeit	$\gamma\text{-Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_8\text{Cl}_{1,35}$	18		
P3 nosník pásnice	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	13	0,95	0,91
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	65		
	hydroxy-oxid železitý	akaganeit	$\gamma\text{-Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_8\text{Cl}_{1,35}$	22		
P4 dolní pásnice horní p	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	14	0,33	0,96
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	13		
	oxid křemičitý	křemen	SiO_2	5		
	hydroxy-oxid železitý	akaganeit	$\gamma\text{-Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_8\text{Cl}_{1,35}$	57		
P5 dolní pásnice dolní p	hydroxy-oxid železitý	lepidokrokit	$\beta\text{-FeO(OH)}$	6	0,56	0,86
	hydroxy-oxid železitý	goethit	$\alpha\text{-FeO(OH)}$	62		
	hydroxy-oxid železitý	akaganeit	$\gamma\text{-Fe}_8\text{O}_8(\text{OH})_8\text{Cl}_{1,35}$	32		

Ukázka vyhodnocení fázového složení korozních produktů na konstrukci - most2

vzorek	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
P1	0,103	0,056	0,114	0,535	0,018	1,189	0,343	0,025	0,085	0,436	1,018	95,040	0,113	0,513	0,362	0,018
P2	0,325	0,062	0,134	0,587	0,903	1,575	1,260	0,024	1,030	0,382	0,918	91,908	-	0,540	0,265	0,049
P3	0,251	0,041	0,161	0,736	0,105	1,395	1,305	0,031	0,171	0,397	0,973	93,409	0,100	0,543	0,320	0,027
P4	0,355	0,096	0,373	1,865	0,085	0,623	1,435	0,135	0,371	0,420	0,978	92,066	0,142	0,486	0,449	0,052
P5	1,152	0,021	0,067	0,347	0,076	0,678	1,466	0,014	0,111	0,396	1,021	93,872	-	0,347	0,378	0,021
P6	0,382	0,067	0,284	1,119	0,017	1,937	1,015	0,070	0,181	0,392	0,964	92,398	0,148	0,594	0,330	0,042
P7	1,463	0,488	1,983	8,831	0,070	1,611	2,610	0,394	1,925	0,340	0,957	78,073	-	0,382	0,351	0,339
P8	0,369	0,065	0,236	0,919	0,043	1,450	1,850	0,043	0,197	0,324	1,016	92,602	-	0,507	0,299	0,035
P9	1,545	0,228	0,842	3,405	0,036	0,336	2,306	0,151	0,631	0,426	0,955	88,194	-	0,454	0,365	0,028
P10	0,330	0,115	0,195	0,642	0,016	1,552	1,407	0,026	0,083	0,386	0,921	93,370	-	0,541	0,328	0,019
P11	0,632	0,177	0,697	2,843	0,412	1,168	2,013	0,203	0,648	0,365	0,859	89,095	-	0,435	0,277	0,073
P12	1,482	0,526	2,328	9,950	0,084	1,886	1,986	0,434	1,809	0,291	0,872	77,457	-	0,344	0,269	0,092

Ukázka vyhodnocení prvkového složení korozních produktů (hmot. %) - most2

V dalších tabulkách je uvedeno porovnání sledovaných parametrů stavu patiny. Detailní analýza naznačuje, že klasifikace podle korozní rychlosti ([tab. 3-1](#) v ověřované technologii), tloušťky korozních produktů ([tab. 3-2](#)) a hodnocení podle EIS a PAI ([tab. 3-3](#) a [obr. 3-5](#)) vedou ke konzistentním výsledkům. Naměřené korozní úbytky dobře odpovídají zobecněným doporučením na [obr. 5-2](#) v technologii.

označení	expozice (roky)	korozní rychlost ($\mu\text{m/r}$)	tloušťka vrstvy patiny (μm)	PAI	EIS specifický odpor ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)
W 37	1	5,6	30	$\alpha - 0,05$	40
1C12-H	14	1,7	100	$\alpha - 0,80$	1100
1C12-D	14	1,7	80	$\alpha - 0,27$	900
3 CD 11	14	4,1	120	$\alpha - 1,43$ $\beta - 0,14$	2000
3 CD 20	14	4,9	80	$\alpha - 1,29$	700
M2-20	9	1,9*	190	$\alpha - 0,15$ $\beta - 0,85$	300
M1-26	9	4,9*	550	$\alpha - 0,17$ $\beta - 0,82$	700
M2-1 – stěna	13	1,9*	90	$\alpha - 0,92$ $\beta - 0,28$	750
M2-1 – HPDP	13	4,9*	360	$\alpha - 1,08$ $\beta - 0,94$	600
M2-2 – stěna	13	1,9*	90	$\alpha - 0,92$ $\beta - 0,28$	600
M2-2 – HPDP	13	4,9*	360	$\alpha - 1,08$ $\beta - 0,94$	550
M4 – stěna	42	2,3*	110	$\alpha - 2,56$	3500
M4 – HPDP	42	3,0*	180	$\alpha - 0,94$ $\beta - 0,65$	1200
M6 P2 - stěna	49	-	301	$\alpha - 1,29$ $\beta - 0,21$	803
M6 P4 - HPDP	49	-	348	$\alpha - 1,20$ $\beta - 0,70$	414
M6 P7 - stěna	49	-	353	$\alpha - 1,15$ $\beta - 0,42$	933
M6 P9 - HPDP	49	-	384	$\alpha - 0,66$ $\beta - 0,93$	582
M6 P11 - stěna	49	-	354	$\alpha - 0,89$ $\beta - 0,56$	895
M6 P13 – HPDP	49	-	501	$\alpha - 0,65$ $\beta - 0,85$	653
M6 P21 - stěna	49	-	220	$\alpha - 3,01$	897
M6 P22 – HPDP	49	-	319	$\alpha - 0,90$ $\beta - 0,83$	505
M7 P2 nosník	10	7,8*	313	$\alpha - 0,68$ $\beta - 0,85$	733
M7 P4 HPDP	10	16,8*	1222	$\alpha - 0,41$ $\beta - 0,94$	341
M7 P5 HPDP	10	3,5*	208	$\alpha - 1,12$ $\beta - 0,78$	927
M7 P7 HPDP	10	17,6*	304	$\alpha - 0,34$ $\beta - 0,95$	674
M7 P11 HPDP	10	7,5*	287	$\alpha - 0,26$ $\beta - 0,87$	509

Porovnání sledovaných parametrů stavu patiny – most1 označen jako M6 a most2 jako M7

označení	expozice (roky)	korozní rychlost ($\mu\text{m/r}$)	tloušťka vrstvy patiny (μm)	PAI-alfa	PAI-beta	klasifikace PAI	EIS specifický odpor ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	klasifikace EIS
W 37	1	5,6	30	0,05		nedostatečná	40	nedostatečná
M2-20	9	1,9	190	0,15	0,85	částečná	300	analýza PAI
M7 P4 HPDP	10	16,8	1222	0,41	0,94	částečná	341	analýza PAI
M6 P4 - HPDP	49		348	1,2	0,7	ochranná patina	414	analýza PAI
M6 P22 - HPDP	49		319	0,9	0,83	částečná	505	analýza PAI
M7 P11 HPDP	10	7,5	287	0,26	0,87	částečná	509	analýza PAI
M2-2 - HPDP	13	4,9	360	1,08	0,94	ochranná patina	550	analýza PAI
M6 P9 - HPDP	49		384	0,66	0,93	částečná	582	analýza PAI
M2-1 - HPDP	13	4,9	360	1,08	0,94	ochranná patina	600	analýza PAI
M2-2 - stěna	13	1,9	90	0,92	0,28	nedostatečná	600	analýza PAI
M6 P13 - HPDP	49		501	0,65	0,85	částečná	653	analýza PAI
M7 P7 HPDP	10	17,6	304	0,34	0,95	částečná	674	analýza PAI
3 CD 20	14	4,9	80	1,29		ochranná patina	700	analýza PAI
M1-26	9	4,9	550	0,17	0,82	částečná	700	analýza PAI
M7 P2 nosník	10	7,8	313	0,68	0,85	částečná	733	analýza PAI
M2-1 - stěna	13	1,9	90	0,92	0,28	nedostatečná	750	analýza PAI
M6 P2 - stěna	49		301	1,29	0,21	ochranná patina	803	analýza PAI
M6 P11 - stěna	49		354	0,89	0,56	částečná	895	analýza PAI
M6 P21 - stěna	49		220	3,01		ochranná patina	897	analýza PAI
1C12-D	14	1,7	80	0,27		nedostatečná	900	analýza PAI
M7 P5 HPDP	10	3,5	208	1,12	0,78	ochranná patina	927	analýza PAI
M6 P7 - stěna	49		353	1,15	0,42	ochranná patina	933	analýza PAI
1C12-H	14	1,7	100	0,8		nedostatečná	1100	analýza PAI
M4 - HPDP	42	3	180	0,94	0,65	částečná	1200	analýza PAI
3 CD 11	14	4,1	120	1,43	0,14	ochranná patina	2000	ochranná patina
M4 - stěna	42	2,3	110	2,56		ochranná patina	3500	ochranná patina

Porovnání hodnocení podle technologie na základě metody EIS a hodnoty PAI – most1 označen jako M6 a most2 jako M7

Na případových studiích také proběhlo ověření použití funkčního vzorku - šablony (výsledek V8 a částečně také tab. 3-2 v ověřované technologii), také v souvislosti s řešením V1.

Podrobnosti jsou uvedeny ve Výzkumné zprávě 2025 k řešení projektu.

Využitelnost technologie

Technologie je určena především jako podpora provozovatelům, expertům na prohlídky mostů a projektantům při plánování diagnostik a hodnocení existujících mostů z patinujících ocelí v různých expozičních podmínkách. Technologie také koncepčně doporučuje opatření pro zajištění spolehlivosti těchto mostů.

Technologie je také přiměřeně využitelná při plánování diagnostik korodujících konstrukcí z uhlíkových ocelí, interpretace získaných výsledků a postupů pro podrobné hodnocení spolehlivosti včetně využití pokročilých pravděpodobnostních metod.

Ekonomické parametry

Navýšení obrátu v souvislosti s využitím technologie pro SVÚOM s.r.o. se odhaduje v souladu s přílohou č. 3 návrhu projektu pro období implementace výsledků projektu 2026-2030. Předpokládá se navýšení tržeb v souhrnné výši 3,3 mil. Kč za pět let. Technologie je jedním z šesti hlavních výsledků projektu, které posilují konkurenceschopnost SVÚOM s.r.o. – V3 ověřená technologie, V4 měřicí zařízení, V5 až V7 softwary a V8 funkční vzorek. Při rovnoměrném přínosu hlavních výsledků se tedy očekávají tržby ve výši cca 500 tis. Kč za období 2026-2030.

Druhá oblast se týká přínosů v rámci konzultačních aktivit, smluvního výzkumu a pořádání kurzů pro experty z praxe Kloknerova ústavu ČVUT. V oblasti diagnostiky a hodnocení spolehlivosti ocelových mostů očekává KÚ ČVUT nárůst tržeb přibližně 250 tis Kč ročně. V souvislosti s aplikací technologie (1/6 celkových tržeb) se proto za implementační období 2026-2030 odhaduje souhrnný nárůst tržeb pro KÚ ČVUT přibližně 200 tis Kč.

Uveřejnění

Technologie je volně dostupná na < www.atmofix.cz >.

Závěrečná ustanovení

Tento protokol osvědčuje ověření a uplatnění technologie pro účely hodnocení výsledků výzkumných organizací a hodnocení výsledků ukončených programů podle platné metodiky Rady vlády pro výzkum, vývoj a inovace (RVVI). Tým autorů technologie je současně realizátorem technologie, který má zájem na její realizaci a využití v oblasti diagnostiky a hodnocení spolehlivosti mostů z patinujících ocelí.

Protokol je vyhotoven v elektronické verzi s platností originálu.

Za kolektiv autorů a realizátorů technologie:

Ing. Kateřina Kreislová, Ph.D., jednatelka
SVÚOM s.r.o.

doc. Ing. Miroslav Sýkora, Ph.D., zástupce ředitele pro vědu, výzkum a doktorské studium
ČVUT v Praze, Kloknerův ústav