



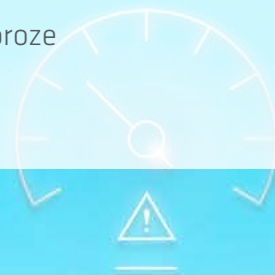
SANACE A OCHRANA BETONU SYSTÉM MONITOROVÁNÍ KOROZE BETONU

BUDOvat A UDRŽOVAT CHYTŘEJŠÍ, NÁKLADOVĚ EFEKTIVNĚJŠÍ,
BEZPEČNĚJŠÍ A UDRŽITELNĚJŠÍ STAVBY

VÝZVY V OBLASTI SPRÁVY INFRASTRUKTURY

Společnost Sika spojila své síly s firmou DuraMon, která se specializuje na robustní a dlouhodobě stabilní řešení pro monitorování stavu konstrukce a koroze železobetonových konstrukcí. Inovativní monitorovací řešení DuraMon umožňují včasnou detekci koroze a procesů degradace, což umožňuje nákladově efektivní, zdrojově úsporné a bezpečné strategie údržby pro mnoho typů intenzivně exponované infrastruktury, včetně mostů, tunelů a parkovacích garáží atd.

Společnosti DuraMon a Sika se společně zavázaly rozvíjet oblast monitorování koroze konstrukcí, revolučně měnit strategie údržby a přispívat k udržitelnému rozvoji infrastruktury po celém světě.



OBSAH

04 Výzvy v oblasti efektivity při správě infrastruktury

06 Portfolio společnosti Sika na ochranu proti korozi

10 Unikátní monitorovací řešení DuraMon

13 Monitorování korozní ochrany konstrukce

„STRATEGICKÉ PARTNERSTVÍ SPOLEČNOSTI SIKA S DURAMON JE SLADĚNÍM VIZÍ: SPOLEČNĚ MŮŽEME NAŠIM ZÁKAZNÍKŮM VE STAVEBNICTVÍ NABÍDNOUT KOMPLEXNÍ TECHNOLOGII, KTERÁ UMOŽŇUJE UDRŽITELNOST PROSTŘEDNICTVÍM RACIONÁLNÍHO VYUŽÍVÁNÍ STAVEBNÍCH MATERIÁLŮ I ŘÁDNÉ ÚDRŽBY INFRASTRUKTURY A STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ.“

*Philippe Jost,
Head of Construction and Member of Group Management*

VÝZVY V OBLASTI EFEKTIVITY PŘI SPRÁVĚ INFRASTRUKTURY

MÁ SPOLEČNOST PROSTŘEDKY A DOSTATEK ROZPOČTU NA ŘÁDNOU ÚDRŽBU A ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI NAŠÍ INFRASTRUKTURY?

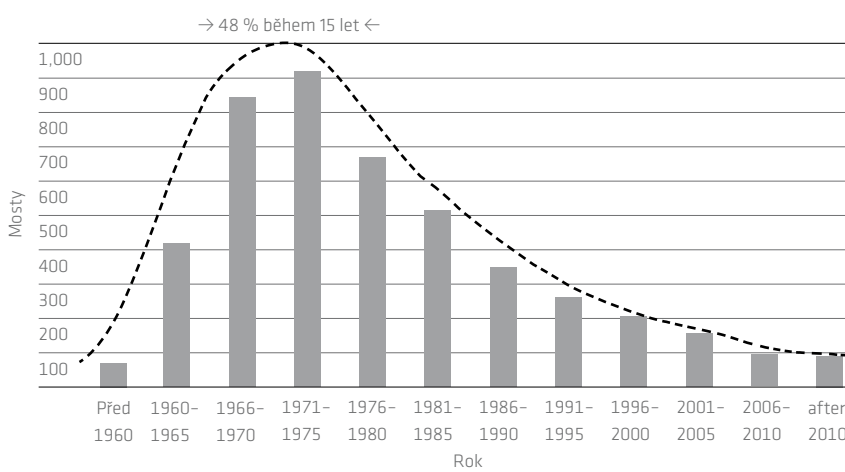
UDRŽET KONSTRUKCE BEZPEČNÉ A V PROVOZU může být obtížné i nákladné. Nedostatek podrobných informací o vnitřním stavu a integritě konstrukcí, stejně jako o úrovni a míře základních mechanismů poškození nebo o dlouhodobé účinnosti provedených oprav, dohromady ztěžují vlastníkům efektivní řízení údržby infrastruktury.

V průmyslově vyspělých zemích výrazně narůstá počet konstrukcí, které dosahují kritického stáří a jsou provozovány za hranici své projektované životnosti.

Například počet silničních mostů ve Švýcarsku, které dosahují projektované životnosti 50 let, se během příštích 20 let zvýší ze 40-50 % na 70-80 % [01]. Statisticky a ze zkušeností víme, že počet mostů, které potřebují významné opravy, se v nadcházejících desetiletích výrazně zvýší.

Z USA víme, že v celé zemi jsou silniční mosty, u nichž byly zjištěny konstrukční nedostatky a které potřebují významné opravy, v průměru 68 let staré [02].

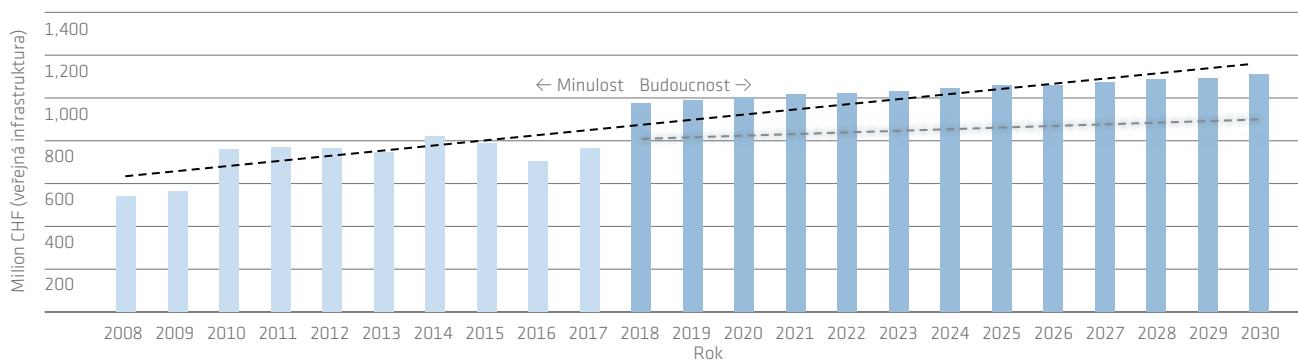
ROK VÝSTAVBY MOSTŮ VE ŠVÝCARSKU (Obrázek 1)



■ Počet mostů, které se v průběhu let dostaly do provozu

Zdroj: Netzzustandsbericht der Nationalstrassen, ASTRA, 2019.

VÝVOJ NÁKLADŮ NA OPRAVY A ÚDRŽBU ŠVÝCARSKÉ FEDERÁLNÍ SILNIČNÍ INFRASTRUKTURY (Obrázek 2)



■ Vypočítané náklady na údržbu

--- Lineární trend nákladů

--- Cílová hodnota z ASTRA

Zdroj: Netzzustandsbericht der Nationalstrassen, ASTRA, 2017.

Stárnutí železobetonové infrastruktury povede v budoucnu k vyšším nákladům na opravy a s rostoucí tendencí. Beton v Evropě výrazně stárne a opravy již dnes vyžadují více než 50 % ročního rozpočtu na výstavbu silnic [0]. Ve Švýcarsku se očekává, že tyto náklady na údržbu dosáhnou v roce 2030 výše 1,2 miliard CHF [0], a to pouze pro švýcarskou federální silniční infrastrukturu (tj. s výjimkou silnic vlastněných různými kantony, městy a soukromými vlastníky), což představuje 62 % nárůst oproti nákladům v roce 2016 (obrázek 2).



MOHOU VYSPĚLÉ ZEMĚ ADEKVÁTNĚ UDRŽOVAT SVOU STÁRNOUCÍ INFRASTRUKTURU POMOCÍ SOUČASNÝCH STRATEGIÍ ÚDRŽBY?

Stav železobetonových konstrukcí a plný rozsah poškození často není na betonovém povrchu vidět. Korozní poškození a zhoršení kvality konstrukce se může projevit uvnitř a rozšířit se do velké míry dříve, než se projeví na povrchu, jako je tomu například u chloridové důlkové koroze. Průzkumy stavu a metody hodnocení konstrukce se snaží tyto skryté problémy identifikovat v době prohlídky, i když vždy existuje velká míra nejistoty. V důsledku toho se na konstrukcích hojně uplatňují nebo dokonce celkově používají strategie **preventivní údržby**, které se snaží zajistit bezpečnost. Vzhledem k tomu, že ve stavebnictví jsou vždy omezené rozpočty a/nebo dostupné kapacity, není často možné urychlit tempo oprav na úroveň potřebnou k zajištění nepřetržitého provozu a bezpečnosti naší infrastruktury. Zároveň platí, že zatímco bezpečnost naší infrastruktury musí být zajištěna vždy, udržení provozu infrastruktury se někdy může stát důležitějším požadavkem.

Rovněž je nezbytné optimalizovat počet konstrukcí určených k opravě a údržbě, jakož i optimalizovat nákladovou efektivitu a rozsah oprav. Proto se prosazují alternativní přístupy, jako je **prediktivní údržba**, které mají snížit přímé i nepřímé náklady na opravy (např. prostoje) a zároveň zajistit bezpečný

provoz. Optimalizované plánování životního cyklu s tzv. prediktivní údržbou železobetonové infrastruktury vyžaduje strategii oprav a údržby, která umožňuje předvídat potenciální poškození. Cílem je co nejdříve zachytit případnou poruchu a vyhnout se tak nutnosti větších a náročnějších oprav v budoucnu. K dosažení tohoto cíle jsou však zapotřebí **podrobné informace a spolehlivé údaje, které umožní spolehlivě předpovědět stav konstrukce a míru jejího opotřebení. To je něco, co může poskytnout pouze průběžné monitorování koroze konstrukce.**

Současně je celosvětovým problémem i účinnost oprav betonu: až 20 % těchto oprav je nevyhovujících již po 5 letech, až 55 % po 10 letech a 90 % oprav betonu je nevyhovujících po 25 letech [0, 0]. Jednou z klíčových otázek je, jak se vyhnout opakovaným opravám. Sledování účinnosti oprav prováděných na místě umožňuje rychlé získání zkušeností o účinnosti těchto způsobů oprav a materiálů v průběhu času.

To znamená, že lze přesněji určit optimální rozsah budoucích nutných oprav a zvolit pro každý případ nejvhodnější metodu opravy a ochrany.

SIKA A DURAMON POSKYTUJÍ KOMBINOVANÉ ŘEŠENÍ

Toto řešení umožňuje spolehlivé posouzení stavu konstrukce, včetně diagnostiky příčin poškození s předpovědí budoucího zhoršení, což umožňuje zvolit nejvhodnější způsob a metody oprav a ochrany pro konkrétní konstrukce nebo prvky. To umožňuje minimalizovat prostoje (např. optimalizovat harmonogramy oprav a údržby), efektivně a udržitelně využívat zdroje a zároveň prodloužit životnost konstrukce.

PORTFOLIO SIKA NA OCHRANU PROTI KOROZI

Prodloužení životnosti betonových konstrukcí

KOROZE OCELOVÉ VÝZTUŽE JE nejrozšířenějším mechanismem degradace železobetonových konstrukcí (>74 %) [6]. Níže se dozvíte, jak k tomuto problému Sika přistupuje a chrání konstrukce před další korozi.

V alkalickém prostředí betonové matrice je ocelová výztuž chráněna před korozi vytvořením oxidové vrstvy (pasivního filmu) na jejím povrchu. Tato pasivita však může být ztracena v důsledku přítomnosti chloridů nebo snížení zásaditosti kapaliny v pórech (např. snížení pH karbonatů). Po ztrátě pasivity a za přítomnosti vlhkosti a kyslíku mohou probíhat korozní procesy, které vedou ke ztrátě účinného průřezu oceli, ztrátě vazby mezi ocelí a betonem, vzniku expanzivních napětí podporujících praskání betonu, a tedy ke snížení bezpečnosti konstrukce.



Pro zvýšení životnosti železobetonových konstrukcí postižených korozi je nejjednodušší a neúčinnější přístup působit alespoň na jeden z výše uvedených parametrů:

Snížení obsahu vlhkosti na úrovni výztuže oceli

(zásada 2 a 8 normy EN 1504-9):

Četné studie prokázaly, že při výrazném snížení vlhkosti na úrovni výztužné oceli lze rychlost koroze snížit na zanedbatelnou úroveň. K tomuto celkovému snížení může dojít i v případě, že v určitém místě stále probíhá aktivní koroze v důsledku přítomnosti chloridů. Ke snížení obsahu vlhkosti může dojít, pokud se zabrání pronikání kapalné vody a zároveň se zachová migrace vodní páry [7]. Nejlepším systémem pro tento preventivní přístup je obvykle použití hydrofobní impregnace/pasivního inhibitoru koroze, který má nepřímý účinek na korozi tím, že zvyšuje odpor betonu. V případě použití je toto opatření velmi výhodné, protože vede k minimální invazivní opravě a větší udržitelnosti (tj. odpadá odstraňování a výměna kontaminovaného betonu).

Zabránění pronikání chloridů, CO₂ a vlhkosti

(zásada 1 normy EN 1504-9):

I když je beton částečně nebo zcela zkarbonatovaný a/nebo je v něm přítomno určité množství chloridů, zabránění pronikání vody a dalších agresivních činitelů přenášených vodou může nakonec vést k přerozdělení chloridů, vlhkosti a dalších škodlivých rozpustných prvků, a tím ke snížení šíření koroze na úroveň, která není kritická. Toho lze dosáhnout použitím vhodného ochranného nátěru betonu. Pokud je toto opatření použitelné, je velmi atraktivní, protože vede k minimální invazivní opravě a větší udržitelnosti (tj. odpadá odstranění a výměna kontaminovaného betonu).

Zpoždění a/nebo omezení pronikání chloridů a vlhkosti

(zásada 2 normy EN 1504-9):

Zpoždění a/nebo omezení pronikání vlhkosti a jakýchkoli rozpuštěných agresivních prvků, jako jsou chloridy, rovněž oddaluje nástup a/nebo snižuje rychlost koroze, a tím prodlužuje životnost konstrukce. Pro tento přístup se jako neúčinnější metoda ukázalo použití vysoce koncentrované hydrofobní impregnace na bázi silanu, která působí jako pasivní inhibitor [8].



V oblastech, kde probíhá aktivní koroze nebo se chystá začít, mohou být velmi účinné metody působící na úrovni ocelové výztuže a/nebo na úrovni, které udržují a/nebo obnovují její pasivitu. Hlavními přístupy k dosažení tohoto cíle jsou:

Vytvoření pasivního filmu kolem výztužných ocelových tyčí (princip 11, metoda 11,2 EN 1504-9):

Ve zkarbonatovaném betonu, kde je kvalita betonu a jeho krytí obecně nízká, je použití aktivních inhibitorů koroze, které pronikají na povrch výztužné oceli, nákladově efektivním alternativním řešením k zastavení koroze za předpokladu, že se účinné složky dostanou na povrch výztužné oceli.

Obnovení pasivity /odstranění betonu kontaminovaného chloridy – opravné malty

(princip 7 normy EN 1504-9):

Zvětšení tloušťky krytí betonu nanesením nové cementové malty na stávající beton nebo nahrazením stávajícího kontaminovaného (tj. chloridy kontaminovaného a/nebo zkarbonatovaného) betonu.

Klíčovými parametry pro dosažení uspokojivých dlouhodobých výsledků bude zajištění dobré vazby nové malty / betonu na stávající podkladový beton a jeho odolnost vůči vzniku koroze (např. odolnost vůči karbonataci a pomalým procesům přenosu chloridů).

Katodická ochrana (princip 10 normy EN 1504-9):

V některých případech, kdy nejsou splněny podmínky pro použití výše uvedených přístupů nebo kdy je koroze již příliš pokročilá, lze jako nápravné řešení nebo preventivní opatření použít systém katodické ochrany s použitím galvanických nebo hybridních anod.

Výše uvedené alternativní možnosti jsou vyčerpávajícím způsobem uvedeny v článku zveřejněném v časopise ALCONPAT (Latin America Association of Quality Control, Pathology and Construction Renovation) Journal (<https://doi.org/10.21041/ra.v13i2.690>).



324m

PORTFOLIO SIKA NA OCHRANU PROTI KOROZI

PŘÍKLADY PRODUKTŮ SIKA (SEZNAM NENÍ ZCELA ÚPLNÝ):

Produkty Sika	Druh ochranného opatření	Chemická báze / pracovní princip	Výhody	Typické oblasti použití
Sikagard®-705 L/-706 Thixo	Snížení průniku vlhkosti a chloridů, Hydrofobní impregnace/pasivní inhibitor koroze	Koncentrovaný silan	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hluboká penetrace ■ Rychlost sušení třídy I umožňující vysokou transmisí páry 	Lícové plochy v portálech tunelů, stříkající vodou zasažené oblasti včetně solí exponovaných konstrukcí, atd.
Sikagard®-5500	Prevence pronikání chloridů, CO ₂ a vlhkosti Pružný, ochranný nátěr betonu	Na bázi akrylové pryskyřice	<ul style="list-style-type: none"> ■ Silné přemostění trhlin ■ Dlouhodobě udržuje prevenci vstupu CO₂ 	Obnažené betonové fasády, parapety a další povrchy, na železobetonových budovách a infrastruktuře, atd.
Sika® FerroGard®-903 Plus	Vytvoření souvislého filmu kolem výztužných ocelových tyčí, Aktivní inhibitor koroze	Na bázi aminoalkoholů	<ul style="list-style-type: none"> ■ Vysoký obsah účinných látek ■ Hluboká penetrační schopnost 	Konstrukce z karbonatovaného betonu
Sika MonoTop®-4012	Obnovení pasivity – zvýšení krytí betonu	Cementová malta splňující normu EN 1504-3	<ul style="list-style-type: none"> ■ Silná vazba ■ Výborná zpracovatelnost ■ Nízká uhlíková stopa 	Zvýšení krytí podle zásady 7 normy EN 1504-10
Sika® FerroGard®-500 Patch	Katodická ochrana – rozsah galvanických anod	Zinkové anody	<ul style="list-style-type: none"> ■ Instaluje se do okolního betonu a funguje nezávisle na opravné maltě použité k vyplnění záplaty 	Zmírnění jevu počínající anodové koroze v konstrukcích kontaminovaných chloridy působením obětních anod namísto okolních výztuží
Sika® FerroGard®-300 Duo	Katodická ochrana – Hybridní anoda (první fáze s impulzním proudem, následovaná druhou fází s galvanickým proudem)	Zinkové anody	<ul style="list-style-type: none"> ■ Repasivace výztužné oceli během fáze působení impedančního proudu ■ Udržuje pasivaci galvanickým proudem 	Katodická ochrana odolných, ale kontaminovaných betonových konstrukcí s aktivní korozí



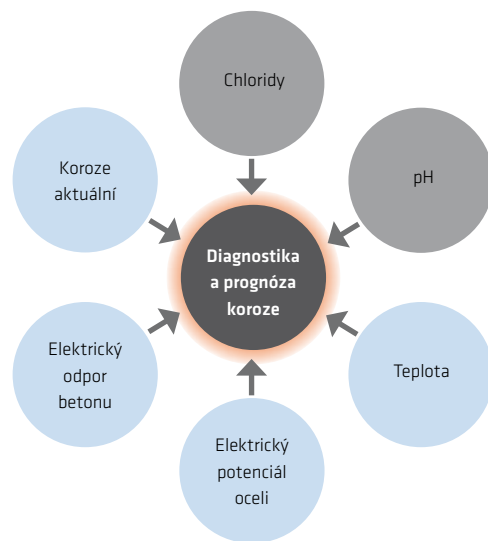
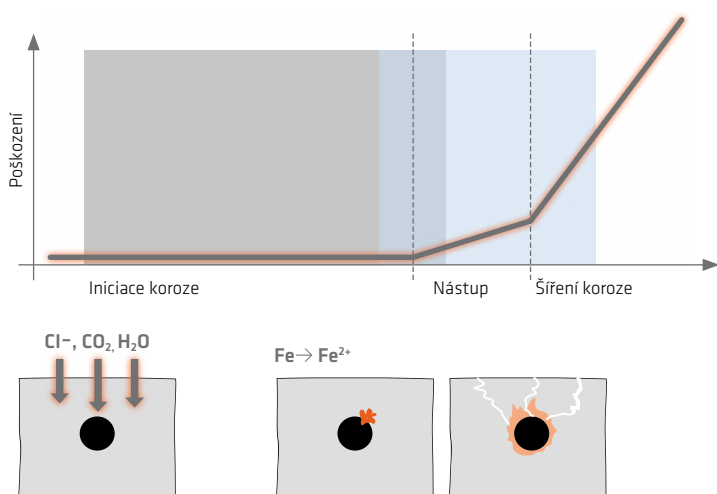
UNIKÁTNÍ MONITOROVACÍ ŘEŠENÍ DuraMon

Klíčový prvek pro efektivnější správu infrastruktury

POUŽITÍ VESTAVĚNÝCH SNÍMAČŮ v kombinaci s technologiemi sběru a přenosu dat nabízí nové možnosti spolehlivého monitorování stavu betonových konstrukcí. Sledováním všech relevantních parametrů z hlediska koroze a vyhodnocováním dat ze snímačů lze získat ucelený obraz o stavu konstrukce, průběžně sledovat riziko koroze oceli a včas odhalit její případný nástup s prognózou do budoucna. To umožňuje lépe pochopit a předvídat základní mechanismy degradace a optimalizovat strategie oprav.

Komerčně dostupné snímače umožňují měření několika parametrů (např. teploty, elektrického potenciálu oceli, elektrického odporu atd.). Tyto parametry však poskytují informace pouze v okamžiku, kdy koroze začala nebo se chystá začít.

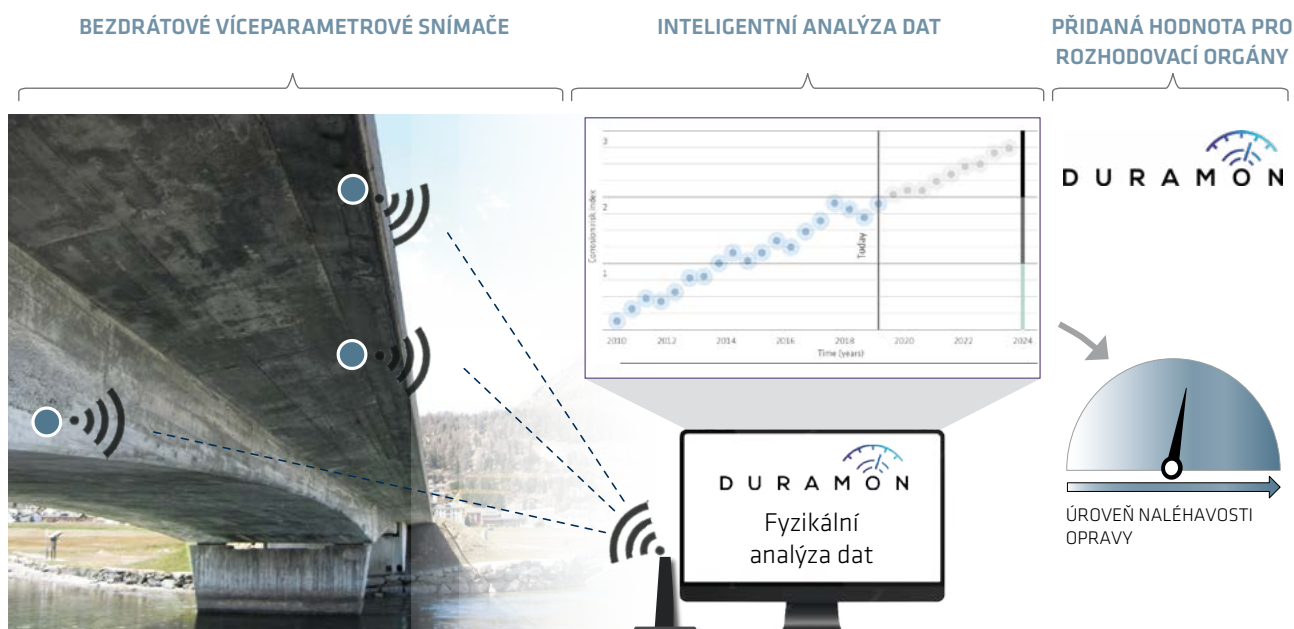
Pro spolehlivé předpovědi korozního poškození dlouho předtím, než k poškození dojde, je nutné dodatečné měření parametrů, které určují vznik koroze (např. koncentrace volných chloridů a pH). Přesná diagnostika a prognóza koroze (např. informace o tom, které parametry řídí rychlost koroze) navíc vyžaduje současné měření všech relevantních parametrů spojených s korozí (tj. pH, koncentrace volných chloridů, teploty, elektrického potenciálu oceli, elektrického odporu betonu a korozního proudu).



Obrázek 3. Spolehlivá diagnostika a prognóza koroze vyžaduje současné sledování koncentrace volných chloridů, pH, teploty, elektrického potenciálu oceli, elektrického odporu betonu a korozního proudu.

Multifunkční snímače DuraMon lze použít jak v nových, tak ve stávajících konstrukcích, a umožňují tak sledovat stav a vlastnosti stávajícího (kontaminovaného) betonu i nových opravných malt.

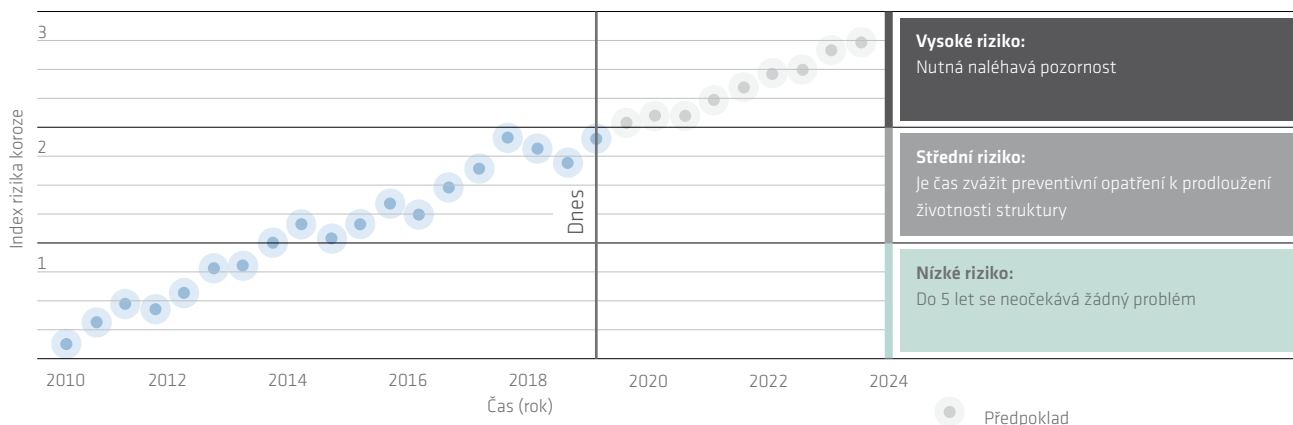
SPOLEČNOST DURAMON POKRAČUJE VE VÝVOJI NOVÝCH USPOŘÁDÁNÍ SNÍMAČŮ A METOD INSTALACE PRO RŮZNÉ TYPY KONSTRUKCÍ A APLIKACÍ, ABY BYLO ZAJIŠTĚNO, ŽE PRO KAŽDOU KONSTRUKCI BUDOU ZÍSKÁNY KONZISTENTNÍ A REPREZENTATIVNÍ ÚDAJE.



DuraMon poskytuje zabudovatelné, bezdrátové, multiparametrové snímačové moduly (multisenzory) pro použití na betonových konstrukcích, které poprvé mohou nedestruktivně monitorovat všechny důležité parametry spojené s korozí výztuže v betonu a to v různých hloubkách, včetně: hodnoty pH, obsahu volných chloridů, elektrického odporu betonu, potenciálu oceli, korozního proudu a teploty. Snímačový modul DuraMon obsahuje několik (tj. obvykle 10 až 20) jednotlivých miniaturních snímačů (průměr <1,5 mm, délka <20 mm) a měřící jednotku, tj. záznamník dat, který měří data z jednotlivých snímačů a bezdrátově je přenáší prostřednictvím technologie Long Range (LoRa).

Přenášená data se vyhodnocují pomocí nejnmodernějších fyzikálně-chemických modelů, které zohledňují vzájemné působení všech měřených parametrů a poskytují ukazatele korozního stavu konstrukce. Na jeho základě poskytuje DuraMon prognózu, což je interpretace měření snímačů založená na nejnovějších vědeckých poznátcích, která umožňuje předpovídat vývoj potenciálního poškození. To zahrnuje doporučení pro další podrobné kontroly a/nebo budoucí požadavky na opravu konstrukce. Celkově představuje DuraMon první samostatné řešení, které kombinuje nové snímače, záznamník dat, služby analýzy dat a služby interpretace dat.

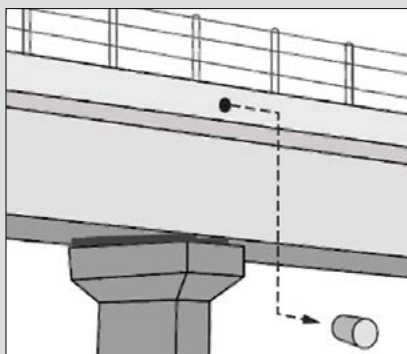
Obrázek 4. Kompletní řešení společnosti DuraMon pro monitorování koroze konstrukcí



Obrázek 5. Díky řešení DuraMon pro monitorování koroze konstrukcí lze neustále sledovat rizika koroze oceli a předvídat je do budoucna.

INSTALACE MONITOROVACÍHO ŘEŠENÍ DURAMON

1 | Z konstrukce jsou odebrána a vyjmuta betonová jádra



2 | Betonová jádra jsou vybavena miniaturními snímači DuraMon



3 | Kabely jsou zalité epoxidovou pryskyřicí



4 | Betonová jádra jsou na původních místech v konstrukci nahrazena a spojena s okolním betonem pomocí výplňové malty, která zajišťuje dobrou vazbu a rychlou vyrovnávku se stávajícím betonem

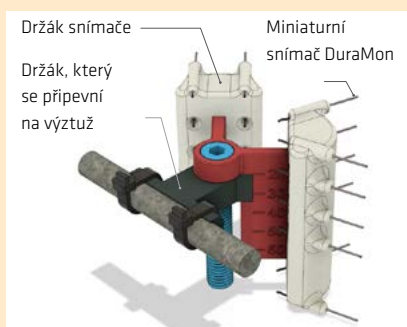


5 | Snímače DuraMon jsou připojeni k záznamníku dat DuraMon

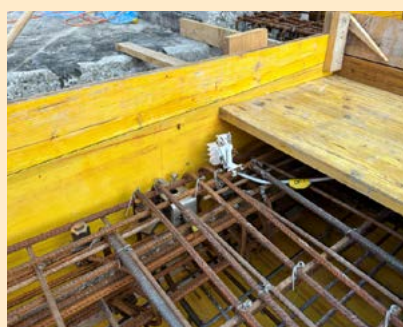


Obrázek 6. Instalace multisnímačů DuraMon do stávajícího betonu pomocí betonových jader vybavených snímačovým systémem DuraMon

Schematické znázornění snímačového systému DuraMon



1 | Systém snímačů DuraMon je upevněn na ocelové výztuži konstrukce



2 | Beton se uloží a rozprostře kolem snímačového systému DuraMon



Obrázek 7. Instalace multisnímače DuraMon pro nový beton (používá se také v opravných maltách a při výměně betonu).

MONITOROVÁNÍ KOROZNÍ OCHRANY KONSTRUKCE

Kombinované řešení Sika-DuraMon

SIKA A DURAMON SPOLEČNĚ POSKYTUJÍ SYSTÉM MONITOROVÁNÍ STAVU ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE, KTERÝ BEZPEČNĚ A ÚČINNĚ PRODLUŽUJE ŽIVOTNOST



ZKUŠENOSTI NAZNAČUJÍ, ŽE PŘÍSTUPY K OPRAVÁM A OCHRANĚ BETONU

nejdou vždy zcela účinné a/nebo se konstrukce mohou v průběhu času dále zhoršovat [3, 5]. Velmi důležitý je výběr vhodných strategií oprav a materiálů a kontrola kvality při aplikaci na místě, jakož i kontrola a monitorování během předpokládané životnosti. Není však užitečné čekat například 10 let, než se zjistí, zda byly opravy účinné a kvalitní.

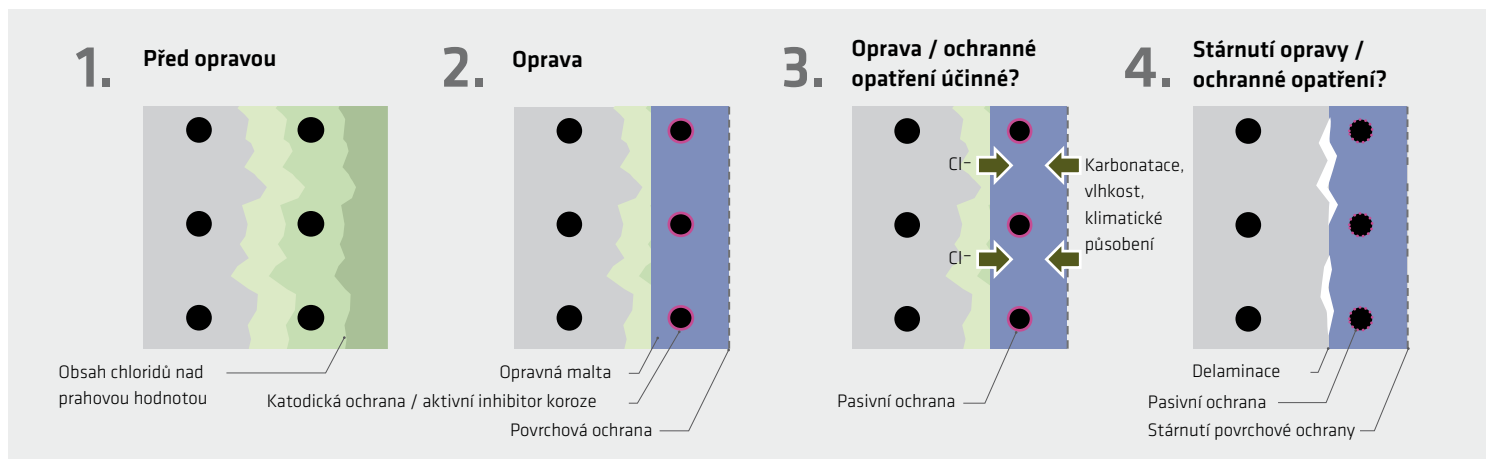
Podle literatury se prokázalo, že trvanlivost správně aplikovaných hydrofobních ochranných prostředků je účinná nejméně 10 let a až 20 let [9, 10, 11, 12].

Informace, které by umožnily upřesnit trvanlivost těchto ochranných opatření na místě a v různých lokalitách, by tedy pomohly výrazně zlepšit a optimalizovat správu infrastruktury. Například v závislosti na stavu a expozici může být na některých místech konstrukce nebo na některých konstrukcích nutné hydrofobní ošetření znovu aplikovat po 10 letech, zatímco na jiných by se interval údržby mohl prodloužit, takže by se musely provádět až po 20 letech, nebo dokonce později.

Kromě toho je výkonnost jakéhokoli prostředku na opravu nebo ochranu betonu tak dobrá, jak dobrá je jeho aplikace na místě. Proto je také důležité ověřit, zda byla obnovena pasivita nebo zda bylo zabráněno dalšímu pronikání agresivních látek do míst po aplikaci ochranných prostředků.

Při opravách betonu je navíc často obtížné se přesvědčit, že zvolená strategie opravy a použité ochranné prostředky jsou správným řešením, které odpovídá požadavkům. Klíčem k úspěchu je také mít informace o příčině (příčinách) a základním mechanismu (mechanismech) poruchy, ačkoli tyto informace v současné době u některých konstrukcí chybí.

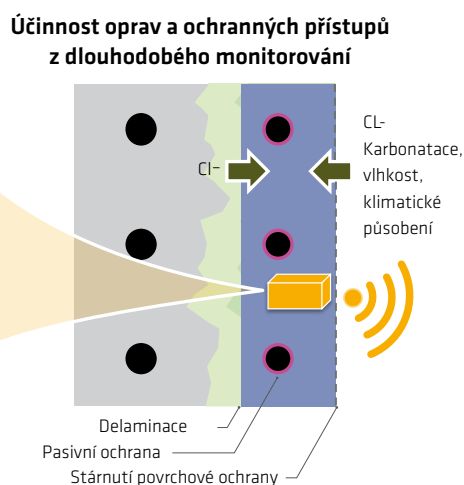
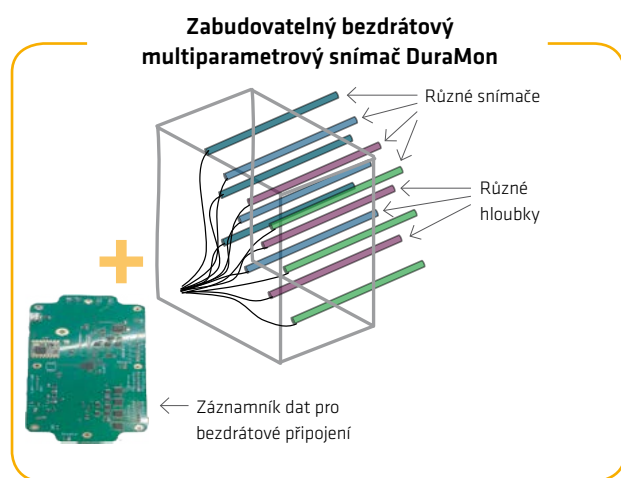
MONITOROVÁNÍ KOROZNÍ OCHRANY KONSTRUKCE



Kombinace systému monitorování betonu DuraMon s osvědčenými opravnými a ochrannými opatřeními umožňuje nepřetržité monitorování a sledování účinnosti ochrany za všech okolností. To zahrnuje ověření efektivní aplikace, správného návrhu a dlouhodobé účinnosti. Kromě toho lze naměřené údaje využít k lepšímu pochopení základních degradačních mechanismů v každé konstrukci, což poskytuje základ pro efektivnější způsob správy infrastruktury. Získané poznatky lze rychle aplikovat na další konstrukce. V neposlední řadě zkušenosti ukazují, že samotná schopnost sledovat výkonnost má znatelný vliv na kvalitu a provedení prací.

Systém DuraMon dokáže konkrétně měřit:

- Pronikání chloridů buď ze starého betonu, nebo z obnaženého povrchu do opravné malty
- Změny pH v opravné maltě (karbonatace, vyluhování)
- Potenciál ocelové výztuže v opravné maltě, který spolu s dalšími měřeními systému DuraMon (koncentrace volných chloridů, pH, elektrický odpor betonu), dohromady určují, zda je ocel v aktivním nebo pasivním stavu
- Zabudovatelný bezdrátový multiparametrový snímač DuraMon
- Měření elektrického odporu mezi snímači v opravné maltě a oceli ve starém betonu lze použít k indikaci možné delaminace nebo špatné vazby mezi podkladem a opravnou maltou, případně vazby vyvíjející se v průběhu času.
- Kombinované vyhodnocení reakcí různých snímačů může poskytnout přehled o rozložení vlhkosti v opravné maltě a podkladovém starém betonu v závislosti na čase.
- Změny rychlosti koroze na úrovni výztuže



Nakonec se informace získané ze snímačů umístěných v místě opravy vždy porovnávají s neopraveným/ošetřeným referenčním betonovým místem. Aby bylo možné získat informace o účinnosti ochranných opatření v celé oblasti / konstrukci, je třeba provést důkladnou revizi a vyhodnocení, aby bylo možné určit nejvhodnější polohu snímačů, protože jejich umístění je velmi důležité.

JAK MŮŽE KOMBINACE DURAMON A SIKA POSKYTNOUT HODNOTU PRO EFEKTIVNÍ SPRÁVU INFRASTRUKTURY?

Produkty Sika	Druh ochranného opatření	Otázky zodpovězené monitorovacími systémy DuraMon
Sikagard®-705 L/-706 Thixo	Snížení vlhkosti a vnikání chloridů – hydrofobní impregnace / pasivní inhibitor koroze	Je prevence vniknutí vlhkosti stále účinná? Jak dlouho vydrží?
		Je prevence proti vnikání chloridů stále účinná? Jak dlouho vydrží?
		Zůstává ocelová výztuž po celou dobu v pasivním korozním stavu?
		Je míra koroze stále na přijatelné úrovni?
Sikagard®-5500	Prevence vniknutí chloridů, CO ₂ , a vlhkosti – elastický ochranný nátěr betonu	Kdy je čas na obnovení ochranné povrchové úpravy?
		Je míra koroze stále na přijatelné úrovni? V každém místě?
		Ve kterých oblastech ztratí toto ochranné opatření svou účinnost nejdříve?
		V jakém čase a na jakém místě (místech) se obnovil (obnoví) průnik chloridů, CO ₂ a vlhkosti?
Sika® FerroGard®-903 Plus	Vytváří souvislý film kolem výztužných ocelových prutů – Aktivní inhibitor koroze	Kdy a kde by mělo být toto ochranné opatření vyměněno?
		Jsou okolní výztuže stále v pasivním stavu?
		V jakých oblastech toto ochranné opatření ztratilo svoji účinnost jako první?
		Kdy a kde je třeba toto ochranné opatření vyměnit?
Sika MonoTop®-4012	Obnovení pasivity – zvýšení krytí betonu	Kdy začala/začne být malta zkarbonatována?
		Jaká je úroveň přenosu chloridů a vlhkosti přes dodatečné krytí?
		Kdy nastanou podmínky umožňující iniciaci koroze?
		Kvalitativní informace o rychlosti koroze
Sika® FerroGard®-500 Patch	Katodická ochrana – řada galvanických anod	Je rychlost koroze stále na přijatelné úrovni? V každém místě?
		Jsou okolní výztuže v pasivním stavu?
		Ve kterých oblastech ztratilo/ztratí toto ochranné opatření svou účinnost nejdříve?
		Kdy a kde by mělo být toto ochranné opatření vyměněno?
Sika® FerroGard®-300 Duo	Katodická ochrana – hybridní anody	Je rychlost koroze stále na přijatelné úrovni? Na každém místě?
		Jsou okolní výztuže stále v pasivním stavu?
		Ve kterých oblastech ztratilo/ztratí toto ochranné opatření svou účinnost nejdříve?
		Kdy a kde by mělo být toto ochranné opatření vyměněno?

Odkazy:

- [1] US Bridge Inventory, Swiss Federal Roads Office Swiss Railways
- [2] Bridge Conditions Report ARTBA (American Road & Transportation Builders Association), 2021.
- [3] C. P. Tilly et al., "Concrete Repairs – Performance in service and current practice", Belgian Building Research Institute, 2007.
- [4] Netzzustandsbericht der Nationalstrassen, ASTRA, 2017.
- [5] R. B. Polder et al., "Non-traditional assessment and maintenance methods for aging concrete structures – technical and non-technical issues," Materials and Corrosion, vol. 63, no. 12, pp. 1147-1153, 2012.
- [6] Research group Ueli Angst, ETH Zurich (Switzerland), Data from 271 cases reviewed in: British Cement Association, Project 38/13/21, Final report, Camberley, UK, 1997
- [7] E.R. Giannini et al., "Coatings and Overlays for Concrete Affected by Alkali-Silica Reaction", University of Texas, Austin, USA
- [8] M. Brem, "Erfahrungen mit Monitoringsystemen und Praxisbeispiele", SGK, Switzerland, DfKORR-Online, 18.11.2021.
- [9] A. Selander et al., "Preventing Chloride Ingress in Concrete with Water Repellent Treatment – A 10 Year Field Experiment", Swedish Cement and Concrete Research Institute, Stockholm (Sweden), fib Symposium, Cape Town, South Africa, 2016.
- [10] A. Johansson et al., "Long Term Performance of Water Repellent Treatment – Water Absorption Tests on Field Objects in Stockholm", Restoration of Building and Monuments, vol. 14, no. 1, pp 39-48, 2008.
- [11] C. Christodoulou et al., "Assessing the Long-Term Durability of Silanes on Reinforced Concrete Structures", ICDC, 2012.
- [12] M. Khanzadeh Moradillo et al., "Determining the effective service life of silane treatments in concrete bridge decks", Construction and Building Materials, vol. 116, pp 121-127, 2016.

GLOBALNÍ, AVŠAK LOKÁLNÍ PARTNERSTVÍ



PRO VÍCE INFORMACÍ NAVŠTIVTE:



www.sika.cz

KDO JSME

Sika® je celosvětově působící společnost v oboru speciálních chemikálií s vedoucím postavením ve vývoji a výrobě systémů pro lepení, těsnění, tlumení, zesilování a ochranu ve stavebnictví a automobilovém průmyslu. Sika má zastoupení ve 101 zemích po celém světě a vyrábí ve více než 300 výrobních závodech. Více než 27 500 zaměstnanců generuje roční tržby ve výši 10,49 miliardy švýcarských franků.

Platí naše aktuální Všeobecné obchodní podmínky.

Před použitím prostudujte aktuální produktový a bezpečnostní list výrobku.

Tyto dokumenty naleznete na www.sika.cz.



SIKA CZ, S.R.O.

Bystrcká 1132/36

CZ-624 00 Brno

tel.: +420 546 422 464

sika@cz.sika.com

www.sika.cz

 @sikacz

 SikaCzechRepublic

 SikaCZsro

STAVÍME NA DŮVĚŘE

