



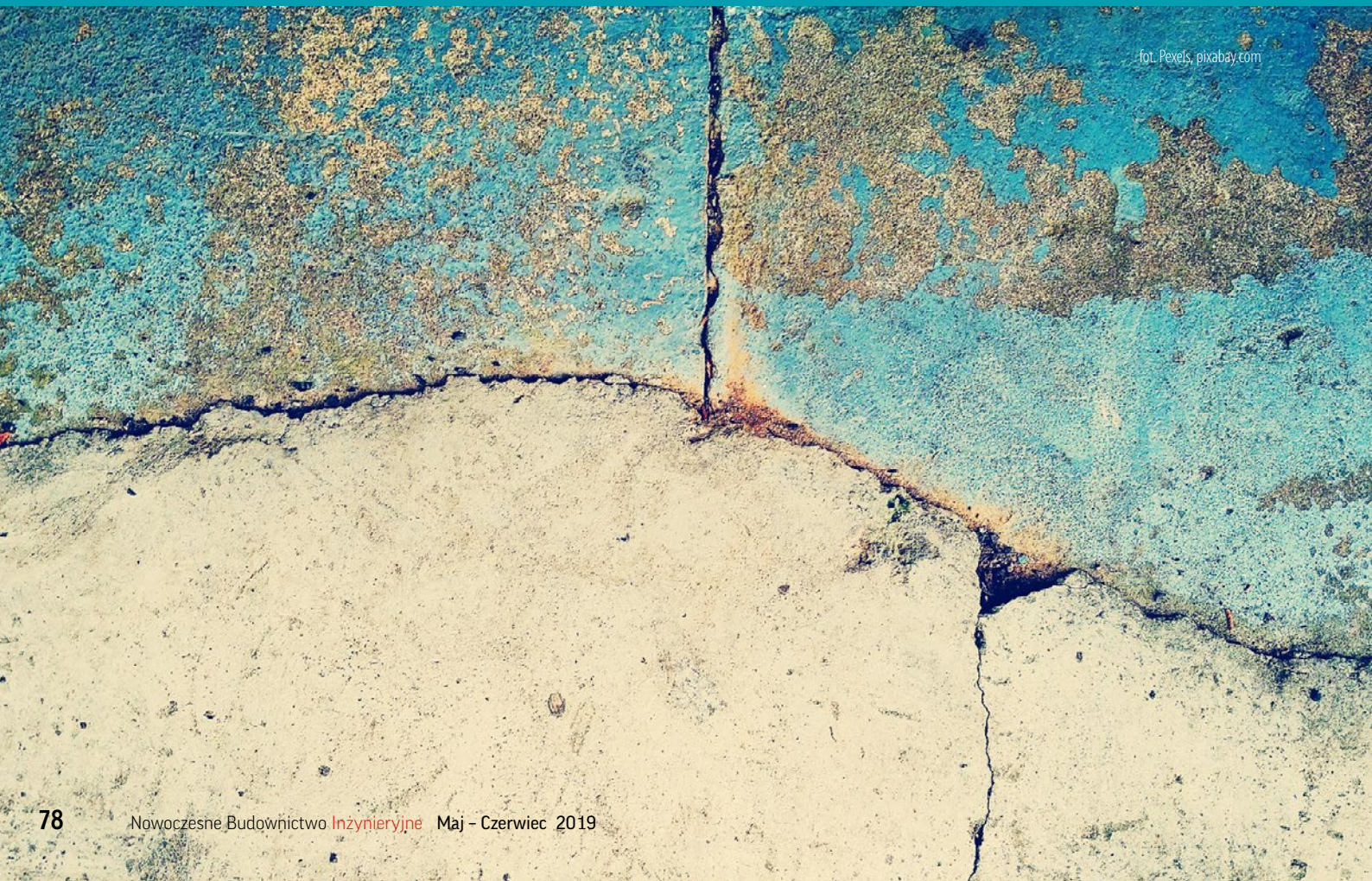
Temat specjalny

Naprawa i wzmacnianie budowli

tekst: **MARIAN KOWACKI**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



Naprawy stanowią jeden z podstawowych sposobów utrzymania obiektów budowlanych zarówno historycznych, jak i współczesnych, a ich celem jest przede wszystkim przywracanie lub zachowanie użyteczności obecnie istniejących obiektów. Rehabilitowane obiekty budowlane dzięki nadaniu im nowej użyteczności zyskują coraz częściej nowe życie, podlegając transformacji z fabryk w restauracje, z obiektów biurowych w mieszkalne itd. Takie działania wpisują się także w ideę zrównoważonego rozwoju.



fol. Pexels, pixabay.com

Ocena stanu istniejącego

Ocena stanu konstrukcji istniejących obiektów budowlanych lub ich części jest przeprowadzana w kilku przypadkach. Jeśli dokonuje się jej z powodu niewłaściwego zachowania się, awarii lub wystąpienia oznak zagrożenia bezpieczeństwa podczas użytkowania, to przyczyna takiego stanu rzeczy jest spowodowana błędami ludzkimi, popełnionymi w procesach projektowania, realizacji i użytkowania, a także wadami materiałów lub uszkodzeniami od nieprzewidzianych oddziaływań wyjątkowych. Oceny stanu konstrukcji dokonuje się także w celu oszacowania możliwości adaptacji, przebudowy obiektów lub dostosowania ich do nowych potrzeb.

Ocena stanu istniejącej konstrukcji jest przeprowadzana w formie ekspertyzy technicznej, a szczegółowe zalecenia w tym zakresie podano w normach [1, 2]. Jako oględziny wstępne wykonuje się ocenę stanu technicznego konstrukcji w celu ustalenia zakresu ekspertyzy. Oceniając niezawodność konstrukcji obiektów budowlanych, analizuje się ich zachowanie i bezpieczeństwo w różnych sytuacjach projektowych oraz trwałość. Uzyskane wnioski pozwalają określić klasę niezawodności zgodnie z [3]. Natomiast zgodnie z [4], klasę konsekwencji zniszczenia lub niezawodności konstrukcji obiektu bądź jej części określa się w projekcie budowlanym.

Wśród głównych przyczyn, które powodują konieczność wykonania wzmocnienia konstrukcji obiektów budowlanych i inżynierskich, oprócz popełnionych błędów projektowych i wykonawczych, wymienia się [5]:

- zwiększenie dopuszczalnych obciążeń, np. przez zmianę sposobu użytkowania obiektu,
- konieczność redukcji zarysowań oraz ugięć elementów konstrukcyjnych (poprawa warunków stanu granicznego użytkowania),
- wprowadzenie zmian w schemacie statycznym istniejącej konstrukcji lub wykonanie dodatkowych otworów w danym elemencie konstrukcyjnym.

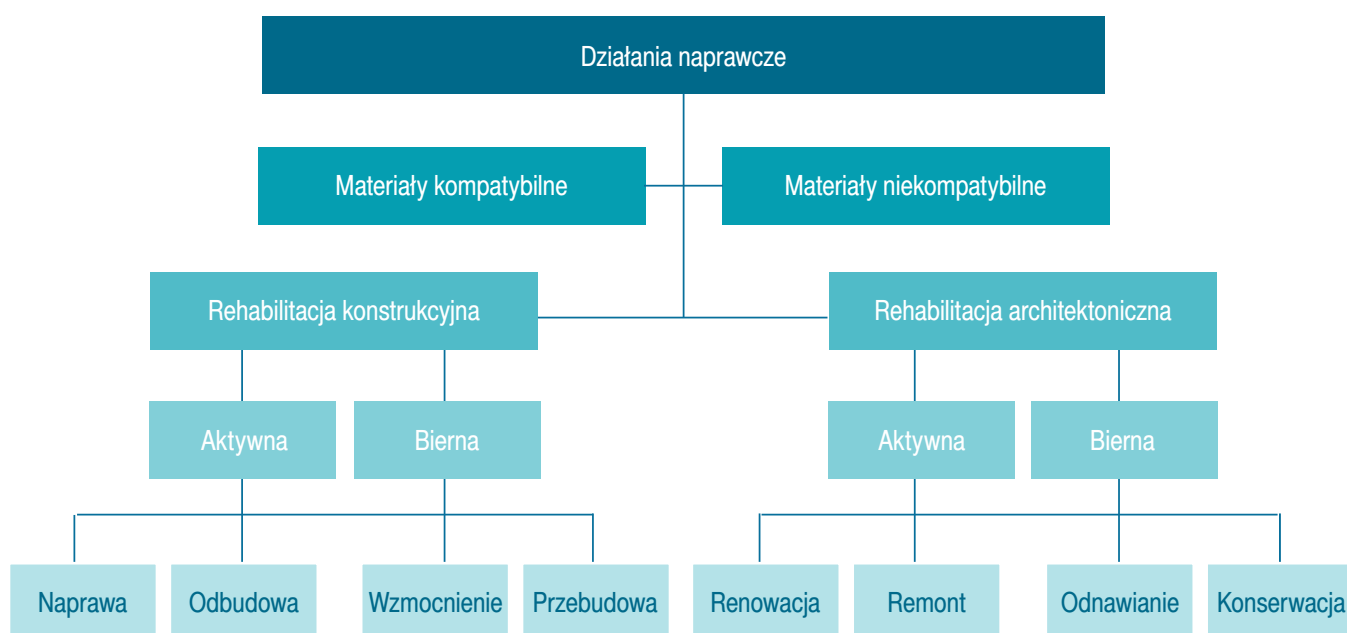
- naprawę uszkodzeń konstrukcji powstałych na skutek przemieszczeń podłoża, wywołanych m.in. nierównomiernym osiadaniami obiektu czy wstrząsami sejsmicznymi,
- możliwość pojawienia się nieuwzględnionych na etapie projektowania obciążeń wyjątkowych (instalacja lub zmiana docelowego umiejscowienia ciężkich urządzeń),
- szkodliwy wpływ na konstrukcję innych obciążeń wyjątkowych (pożary czy uderzenia od pojazdów mechanicznych),
- fizyczne zużycie obiektów budowlanych wynikające z długotrwałego użytkowania.

Materiał naprawczy, aby skutecznie pełnił swoją funkcję, musi zapewniać kompatybilność z materiałem konstrukcji naprawianej oraz przyczepność do materiału naprawianego. Ponadto jego dobór powinien uwzględniać aktywność i trwałość naprawy w czasie [6]. Klasyfikację działań naprawczych przedstawiono na rycinie 1.

Materiały do naprawy betonu

Typowe uszkodzenia obiektów betonowych to przede wszystkim zarysowania i spękania betonu oraz degradacja otuliny betonowej połączona z korozyjnymi uszkodzeniami zbrojenia. Większość napraw tego typu uszkodzeń polega na przeprowadzeniu iniekcji, reprofilacji oraz ewentualnie wykonaniu powłoki zabezpieczającej. Na rycinie 2 pokazano typowe przyczyny uszkodzeń konstrukcji betonowych według normy [7], zaś w tabeli 1 przedstawiono zasady i metody naprawy betonu.

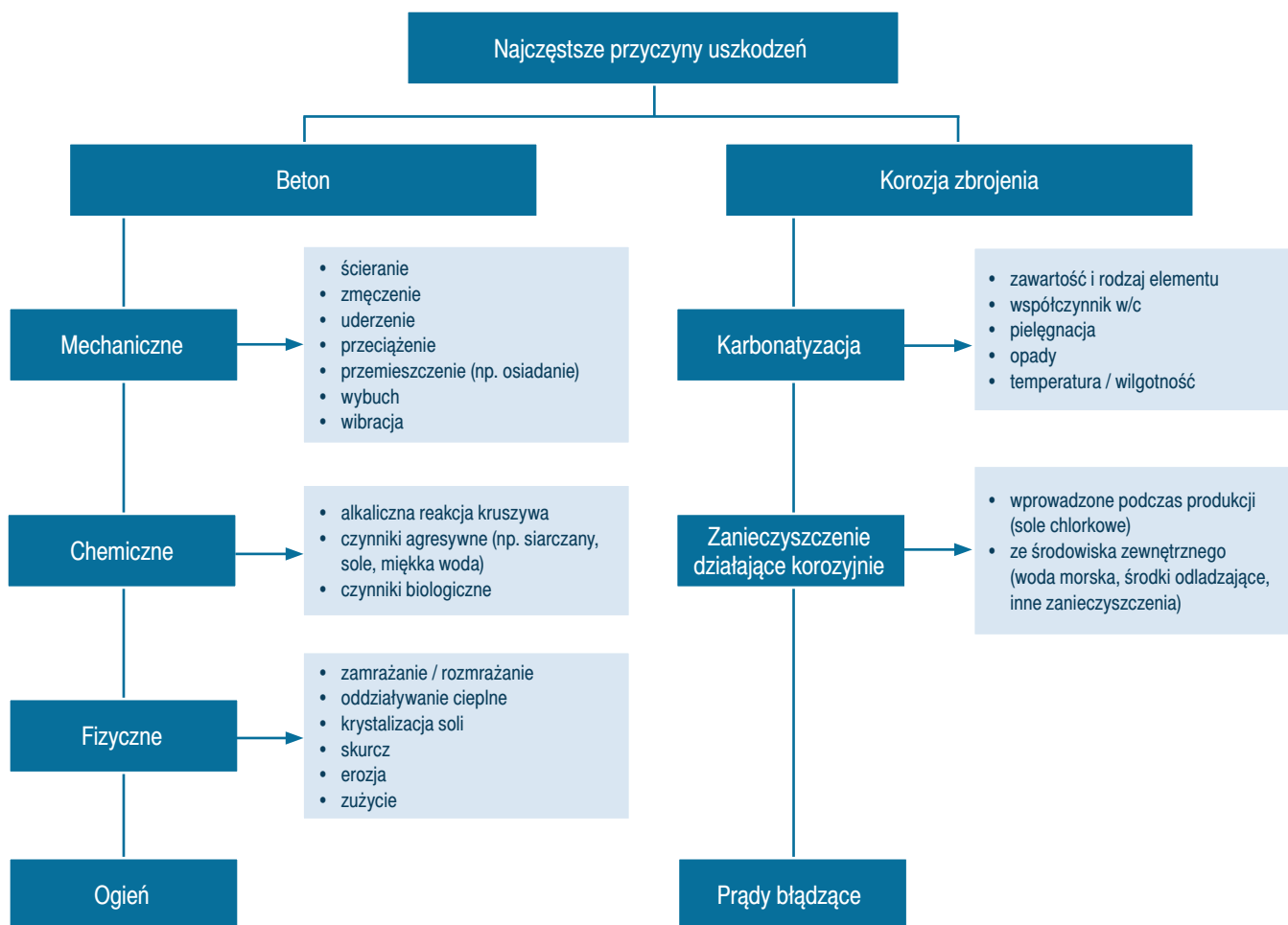
Z analiz materiałów przedstawionych podczas konferencji *Awarie budowlane* w latach 2001–2011 wynika, że najczęściej zalecane naprawy obiektów betonowych polegały na typowych zabiegach w postaci skucia zużytego betonu, oczyszczenia i ewentualnego uzupełnienia oraz zabezpieczenia stali zbrojeniowej, reprofilacji przekroju z zastosowaniem warstwy szczepnej, a także potencjalnego zabezpieczenia powierzchni elementu powłoką odcinającą beton od czynników środowiskowych.



Ryc. 1. Klasyfikacja działań naprawczych [14]

Tabela 1. Zasady i metody naprawy betonu według [7]

Oznaczenie	Zasada	Metoda
PI	Ochrona przed wnikaniem (<i>Protection against Ingress</i>)	– impregnacja – iniekcja – powłoki ochronne
MC	Ograniczenie zawilgocenia (<i>Moisture Control</i>)	– impregnacja / hydrofobizacja / uszczelnianie – powłoki ochronne (osłony / okładziny) – ochrona elektrochemiczna
CR	Odbudowanie elementu (<i>Concrete Restoration</i>)	– betony i zaprawy – betony natryskowe – częściowa wymiana
SS	Wzmacnianie (<i>Structural Strengthening</i>)	– iniekcja – dodatkowe pręty, płyty, taśmy – zwiększenie przekroju – sprężanie
PR	Odporność na czynniki fizyczne (<i>Physical Resistance</i>)	– impregnacja – powłoki ochronne
RC	Odporność na czynniki chemiczne (<i>Resistance to Chemicals</i>)	– impregnacja – powłoki ochronne



Ryc. 2. Typowe przyczyny uszkodzeń konstrukcji betonowych według [7]



W jaki sposób technologia jet grouting może być wykorzystywana do wzmocnienia zabytkowych budynków?



mgr inż. URSZULA TOMCZAK,
Soletanche Polska Sp. z o.o.

Od kilku lat obserwujemy zjawisko zagęszczania się tkanki miejskiej. Coraz więcej osób decyduje się na zmianę miejsca zamieszkania ze względu na perspektywę znalezienia lepiej płatnej i dającej większe perspektywy rozwoju pracy. Wraz ze wzmożonym napływem nowych mieszkańców miasta stają przed nowymi wyzwaniami, takimi jak zagospodarowanie działek o trudnych warunkach gruntowych, które wcześniej były omijane, czy przebudowanie dzielnic, w obrębie których znajdują się tereny po zamkniętych wiele lat temu zakładach przemysłowych i fabrykach, lub też nadanie nowej użyteczności wcześniej wybudowanym obiektom, mającym spełniać obecnie funkcję komercyjną. Aby nie dzielić miasta na strefy (mieszkalną, biurową, handlową, rozrywkową), inwestorzy tworzą miejsca, które spełniają warunki projektu typu mixed-use development. Są to obiekty, a często nawet kompleksy budynków skupiające w sobie od kilku do kilkunastu funkcji. Wszystko po to, aby zmniejszyć ruch i udrożnić ulice. Dzięki temu, że można kilka spraw załatwić w jednym miejscu, nie ma konieczności zbyt częstego poruszania się po mieście, co powinno skutkować zmniejszeniem się liczby uczestników ruchu. Wspomniane obiekty często charakteryzuje swego rodzaju synergia pomiędzy historyczną zabudową a nową modernistyczną bryłą, która w sposób naturalny wpisuje się w wizerunek nowoczesnego miasta. Zachowanie starych, nieco zniszczonych przez czas elewacji

to nie lada wyzwanie. W zakresie wzmacniania istniejących budynków najlepiej sprawdza się technologia jet grouting, którą Soletanche Polska z powodzeniem stosuje w celu zabezpieczenia stateczności zabytkowych fasad w takich miejscach, jak oddane w 2018 r. Centrum Praskie Koneser, przebudowa dawnych koszar carskich w Warszawie na klinikę dentyścyczną czy trwająca budowa kompleksu Art Norblin, którego nowoczesna bryła ma zawierać w sobie budynki oraz odrestaurowane maszyny dawnego Zakładu Platerniczego Norblinów. Jet grouting może być stosowany w bardzo szerokim zakresie warunków gruntowych. Istotną zaletą jest możliwość formowania nachylonych kolumn czy też kolumn o kształcie wycinka koła, co jest bardzo pomocne przy wzmacnianiu już istniejącego budynku. Dodatkowo unika się drgań, które przy wykorzystaniu innych technologii mogłyby spowodować uszkodzenia budynku. Kolumny można wykonać zarówno z zewnątrz, jak i ze środka budynku. Stosując tę technologię, nie tylko stabilizowana jest istniejąca konstrukcja, ale można ją z powodzeniem wykorzystać jako element głębokiego fundamentowania pod obiektem. Świetnie sprawdzi się również jako obudowa wykopu wewnątrz budynku, jak miało to miejsce w kontekście przebudowy kompleksu Koneser.

Więcej informacji na temat wymienionych inwestycji:

Dawne Koszary Carskie www.soletanche.pl/blog/koszary-carskie-zamieniam-si-w-klinik,57
Centrum Praskie Koneser www.soletanche.pl/blog/ponad-1200-miejsc-parkingowych-pod-koneserem,56



Z materiałów wynika także, że do reprofiliacji stosowano najczęściej kompozyty polimerowo-cementowe PCC lub żywiczne PC, rzadziej beton zwykły lub zwykłą zaprawę cementową, ewentualnie beton zbrojony włóknami stalowymi, w tym układany metodą natryskową. Sporadycznie używany był także beton samozagęszczalny w wersji dostosowanej do betonowania pod wodą. W przypadku iniekcji, której celem jest przywrócenie ciągłości elementu lub uszczelnienie rys, zazwyczaj stosowano materiały zawierające polimery. Zabezpieczenia powłokowe w proponowanych rozwiązaniach wykonywane były jako laminaty poliestrowo-szklane lub powłoki elastyczne, w tym bitumiczne.

Bardzo często w przypadku przywracania nośności elementów lub ich wzmacniania jako materiał naprawczy stosowano nowoczesne wyroby z kompozytów polimerowych zbrojonych włóknami węglowymi [8].

Renowacja za pomocą konstrukcji stalowych

Jedną z metod wzmocnienia, odtwarzania i renowacji budynków jest wykorzystywanie rozwiązań stalowych, które posiadają wiele cech pozwalających na zastosowanie w przypadku

wzmocnienia konstrukcji żelaznych bądź stalowych, ale także murowanych, żelbetowych czy drewnianych.

Biorąc pod uwagę naprawę budynków, dzięki zastosowaniu technologii prefabrykacji stalowe elementy strukturalne można zaprojektować tak, aby osiągnąć optymalne rezultaty i wykonać je zgodnie z potrzebami danego zamówienia. Konstrukcje stalowe są lekkie, co umożliwia ich szybki transport i montaż. Ten czynnik jest niezwykle istotny zwłaszcza w przypadku, gdy roboty prowadzone są w małych przestrzeniach, takich jak centra historyczne czy stare miasta. Zastosowanie połączeń śrubowych umożliwia demontaż i ponowne użycie konstrukcji, co daje wygodę ekonomiczną. Przy szybkim postępie zniszczeń, gdy konieczna jest nagła naprawa, konstrukcje stalowe sprawdzają się z uwagi na łatwość i szybkość montażu.

W zakresie wzmacniania, które ma za zadanie zwiększenie wytrzymałości konstrukcyjnej w celu dostosowania budynku do nowych potrzeb funkcjonalnych i środowiskowych, konstrukcje stalowe są powszechnie używane do poprawy układu statycznego zarówno konstrukcji murowanych, jak i żelbetowych. Konstrukcje stalowe znajdują także zastosowanie w przypadku częściowej lub całkowitej zmiany funkcji, wyglądu i wymiarów



Wykonanie podbicia metodą jet grouting, Centrum Praskie Koneser, fot. Soletanche Polska Sp. z o.o.

geometrycznych, której towarzyszy zmiana pierwotnych cech budynku włącznie z układem konstrukcyjnym [9].

Wzmocnienie fundamentów istniejących obiektów

Wzmocnienie fundamentów lub podłoża jest często niezbędne do wykonania w ramach prac związanych z rewitalizacją obiektów budowlanych, przy czym zwiększenie nośności istniejących fundamentów można uzyskać za pomocą różnych metod. Jedną z powszechnie stosowanych jest metoda klasyczna, polegająca na odkopaniu fundamentów, a następnie podbudowaniu (podbiciu) lub poszerzeniu, przy założeniu, że na głębokości zamierzonych robót nie występuje woda, a wysokość podbicia nie przekroczy 3 m (inaczej metoda staje się nieekonomiczna). Ławy fundamentowe poszerza się w wyniku dobudowania obustronnych lub jednostronnych elementów do istniejącego fundamentu bądź też dzięki podbudowaniu ławą większej szerokości.

Dla zwiększenia nośności posadowienia wykonuje się często żelbetowe płyty odciążające, kotwione w obwodowych ścianach punktowo. Jeśli płyta odciążająca jest wykonana na poziomie lub poniżej dolnej krawędzi istniejącego fundamentu, jej realizacja może się odbywać tylko pasmami na zasadach identycznych jak klasyczne podbijanie fundamentu. W takim przypadku mogą być stosowane tylko płyty jednokierunkowo zbrojone.

Przejęcie części lub całości obciążeń na zalegające głębiej warstwy gruntów o większej nośności umożliwi wykonanie dodatkowych elementów konstrukcyjnych, takich jak mikropale iniekcyjne i wciskane statycznie, pale wiercone, wkręcane, pale Mega i inne rodzaje pali, których zaletą jest duża sztywność i znaczna wytrzymałość pobocznic. Pale lub studnie stosuje się, gdy warstwy nośne występują na znacznej głębokości – poniżej 6 m od rzędnej terenu. Do wzmacniania fundamentów, szczególnie pod obiektami zabytkowymi, od lat stosuje się pale stalowe wciskane dźwignikami hydraulicznymi.

Coraz szersze zastosowanie znajduje obecnie metoda iniekcji strumieniowej jet grouting, którą można stosować praktycznie w każdych warunkach gruntowych, wzmacniając fundamenty zarówno małych, jak i dużych obiektów.

Kolumny gruntowo-cementowe mogą być zbrojone rurą grubościenną, sztywnym koszem zbudowanym z od czterech do sześciu prętów lub centralnie umieszczonym profilem stalowym, co zwiększa ich nośność. Warto zauważyć, że prace wzmacniające wykonywane są bezwstrząsowo, a dzięki możliwości zastosowania urządzeń o niewielkich gabarytach można je prowadzić na zewnątrz obiektów i wewnątrz pomieszczeń nawet o niewielkich wysokościach [10].

Naprawa obiektów inżynierskich

Mostowe obiekty inżynierskie to konstrukcje pracujące w trudnych warunkach, narażone na bezpośrednie oddziaływanie takich czynników środowiskowych, jak spaliny samochodowe, chemiczne zanieczyszczenia atmosfery (związki siarki) oraz środki przeciwbłodzeniowe zawierające chlorki. Kolejną przyczyną niszczenia elementów konstrukcji mostów jest stale rosnący ruch pojazdów, zarówno pod względem ich liczby, jak i masy, co powoduje większe wyężenie mostu i większe prawdopodobieństwo zmęczenia tworzyw konstrukcyjnych.

W przypadku mostowych obiektów betonowych do najczęstszych uszkodzeń należą:

- odpryski i złuszczenia powierzchni betonu prowadzące do odkrycia i korozji zbrojenia;
- pęknięcia w wyniku koncentracji naprężeń (w karbach) lub pęknięcia zmęczeniowe materiału w rezultacie obciążeń dynamicznych;
- zarysowanie elementów betonowych spowodowane naprężeniami o wartości bliskiej wytrzymałości betonu na rozciąganie lub w wyniku niejednakowych współczynników rozszerzalności cieplnej różnych materiałów.

Nasze technologie



Jet grouting



Zalety:

- + Szeroki zakres gruntów, w których może być stosowana
- + Możliwość wykonywania w istniejących budynkach (brak drgań)
- + Łatwość formowania kolumn, w tym także nachylonych

Zastosowania:

- + Renowacja budynków
 - + Stabilizacja konstrukcji
 - + Wykonanie głębokiego fundamentowania pod istniejącym budynkiem
- + Pionowe i poziome przesłony ograniczające napływ wody



Chcesz wiedzieć więcej? Zapytaj nas!

Biuro Warszawa
ul. Powązkowska 44c
01 - 797 Warszawa
office@soletanche.pl

Biuro Gdańsk
ul. Orzechowa 5, II piętro
80 - 175 Gdańsk
gdansk@soletanche.pl

Biuro Kraków
ul. Wielicka 250
30 - 663 Kraków
krakow@soletanche.pl

Biuro Wrocław
ul. Żmigrodzka 24
51 - 131 Wrocław
wroclaw@soletanche.pl



foto: yournameonstones.fotolia.com

Materiały do naprawy betonowych obiektów inżynierskich najczęściej stosuje się do:

- wypełniania ubytków w elementach nośnych (powstałych na skutek uszkodzeń mechanicznych oraz spowodowanych korozją);
- wykonywania warstw wyrównawczych na płytach pomostów obciążonych ruchem pieszych lub kołowym;
- wykonywania reprofilacji oraz wyrównywania (szpachlowania) powierzchni elementów nośnych z betonu;
- wymiany uszkodzonych elementów konstrukcyjnych.

W przypadku mostów stalowych najczęściej podejmowanymi pracami rehabilitacyjnymi są:

- wymiana konstrukcyjnych elementów stalowych lub umieszczenie nakładek w obszarach wymagających takiego działania,
- hydroizolacja za pomocą membran bitumicznych,
- w przypadku elementów uszkodzonych mechanicznie wyprostowanie lub wzmocnienie zdeformowanego elementu, w krańcowym przypadku wymiana elementu lub całego dźwigara,
- zabezpieczenie antykorozyjne.

Najważniejsze w przypadku naprawy konstrukcji mostowych jest właściwe określenie przyczyn powstania uszkodzenia, ocenienie, czy jest ono rozwojowe oraz jaki jest jego wpływ na trwałość konstrukcji nośnej. Drugim ważnym krokiem jest dobór odpowiedniego materiału zastosowanego do naprawy [11–13].

Podsumowanie

Przemysł budowlany już od kilkadziesiąt lat oprócz wzniesienia nowych budowli koncentruje się także na wzmocnieniu, odtwarzaniu i modernizacji tych istniejących. Związane z tym działania wymagają starannego doboru materiału, którego wybór jeszcze nigdy wcześniej nie był tak szeroki. Dziś obok materiałów tradycyjnych, jak cement, zaprawy, żelbet oraz stal, można także stosować materiały innowacyjne, np. zaprawy specjalne, polimery zbrojone czy metale specjalne, przy czym celem wzmocnienia konstrukcji budowli jest zawsze wybór najkorzystniejszego w danym przypadku rozwiązania.

Literatura

- [1] ISO 13822 *Bases for design of structures. Assessment of existing structures.*
- [2] PN-ISO 15686-3 *Budynki i budowle. Planowanie okresu użytkowania. Cz. 3. Audyty i przeglądy właściwości użytkowych.*
- [3] PN-EN 1990 *Eurokod 0. Podstawy projektowania konstrukcji.*
- [4] PN-B-03007:2013 *Konstrukcje budowlane. Dokumentacja techniczna.*
- [5] Urban T.: *Wzmacnianie konstrukcji żelbetowych metodami tradycyjnymi.* Warszawa 2015.
- [6] Król M.: *Naprawy i wzmocnienia konstrukcji budowlanych.* „Przegląd Budowlany” 2009, nr 3, s. 30–36.
- [7] PN-EN 1504-9 *Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności. Cz. 9. Ogólne zasady dotyczące stosowania wyrobów i systemów.*
- [8] Czarnecki L., Łukowski P., Śliwiński J.: *Materiałowe uwarunkowania awarii i napraw konstrukcji z betonu.* XXV Konferencja Naukowo-Techniczna *Awarie budowlane*, Międzyzdroje, 24–27 maja 2011, s. 55–73.
- [9] *Renowacja przy pomocy konstrukcji stalowych* (online). ArcelorMittal. Dostępny w Internecie: http://amfce.aware.be/repository2/Sections/5_22_6_Refurbishment_web.pdf (dostęp 16 kwietnia 2019).
- [10] Garwacka-Piórkowska S.: *Sposoby wzmacniania fundamentów rewitalizowanych obiektów budowlanych.* W: *Wybrane zagadnienia rewitalizacji obiektów budowlanych.* Red. K. Kamiński, W. Kubissa. Sierpiec 2014, s. 67–80.
- [11] Germaniuk K., Gajda T.: *Materiały naprawcze do betonu stosowane w obiektach inżynierskich.* „Izolacje” 2014, nr 2, s. 56–60.
- [12] Jabłońska-Krysiewicz A., Krysiewicz M.: *Problemy projektowania i przebudowy obiektów mostowych.* „Budownictwo i Inżynieria Środowiska” 2011, nr 2, s. 493–500.
- [13] *Podstawy utrzymania mostów.* Red. A. Jaromniak. Rzeszów 1999.
- [14] Król M.: *Naprawy i wzmocnienia konstrukcji budowlanych.* „Przegląd Budowlany” 2009, nr 3, s. 30–36.



Doświadczyc postępu.



Liebherr maszyny do głębokiego fundamentowania

- Szeroka oferta i długi okres eksploatacji ze względu na solidną budowę osprzętu
- Niska emisja i wysoka efektywność dzięki inteligentnym systemom napędowym
- Komfort obsługi dzięki innowacyjnej koncepcji sterowania
- Dopasowane narzędzia robocze zapewniają doskonałą wydajność
- Zoptymalizowana konstrukcja dzięki wszechstronnej konsultacji

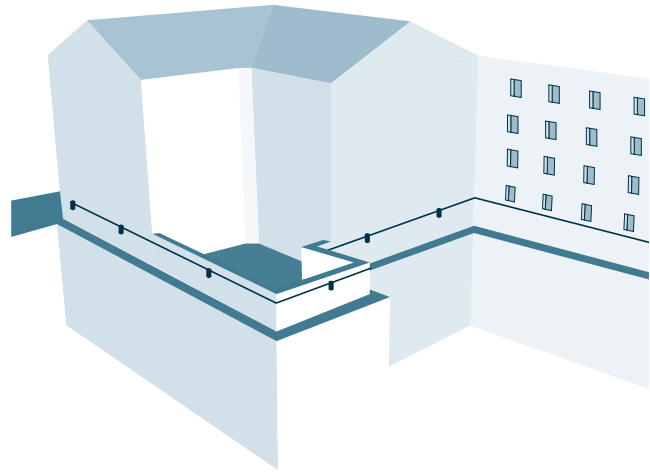
Liebherr-Polska Sp. z o. o.
ul. Hansa Liebherra 8
41-710 Ruda Śląska
Tel.: +48 32 342 69 50
E-mail: info.lpl@liebherr.com
www.facebook.com/LiebherrConstruction
www.liebherr.pl

LIEBHERR

Czym jest monitoring strukturalny? Jak skuteczne jest to narzędzie w przebudowie i renowacji zabudowy miejskiej?



**mgr. inż. JERZY
PIERONKIEWICZ,
mgr. inż. MARTA
SZCZEPAŃSKA,
Lloyd Acoustics Polska
Sp. z o.o.**



Przebudowa lub renowacja istniejącej konstrukcji wiąże się z wywołaniem na nią oddziaływań powodujących ryzyko uszkodzenia. Aby zminimalizować to zagrożenie, zaleca się zastosować monitoring strukturalny, pozwalający podjąć świadome decyzje odnośnie do prowadzonych prac. Ciągłe pomiary parametrów w wielu punktach konstrukcji oraz trendy mierzonych wartości ułatwiają przewidywanie skutków prowadzonych prac, a natychmiastowa informacja o nagłym skoku wartości lub przekroczeniu wartości alarmowych umożliwia przerwanie prac przed wystąpieniem awarii. Takie podejście daje możliwość wariantowego projektowania wzmocnień i zastosowania ich tylko w przypadku stwierdzenia wczesnych oznak niekorzystnych zmian stanu konstrukcji.

Monitoring jest szczególnie ważny w przypadku robót powodujących stałe i duże zagrożenie dla przebudowywanych lub sąsiednich obiektów, jak wykonywanie głębokich wykopów w centrach miast, budowa tuneli pod istniejącą zabudową oraz zmiany w konstrukcji istniejących, a zwłaszcza starych konstrukcji. Zastosowanie monitoringu ogranicza ryzyko wystąpienia niekontrolowanych zmian struktury, przez co zwiększa bezpieczeństwo ludzi pracujących przy projekcie oraz zapewnia pozytywne zakończenie całego procesu budowlanego.

Monitoring istniejących obiektów powinien rozpocząć się od inwentaryzacji i sprawdzenia stanu technicznego oraz w miarę precyzyjnego określenia możliwych oddziaływań i zagrożeń dla konstrukcji mierzonego obiektu. Na tej podstawie można określić zakres monitoringu, aby odpowiednio zaprojektować system, który może obejmować następujące pomiary:

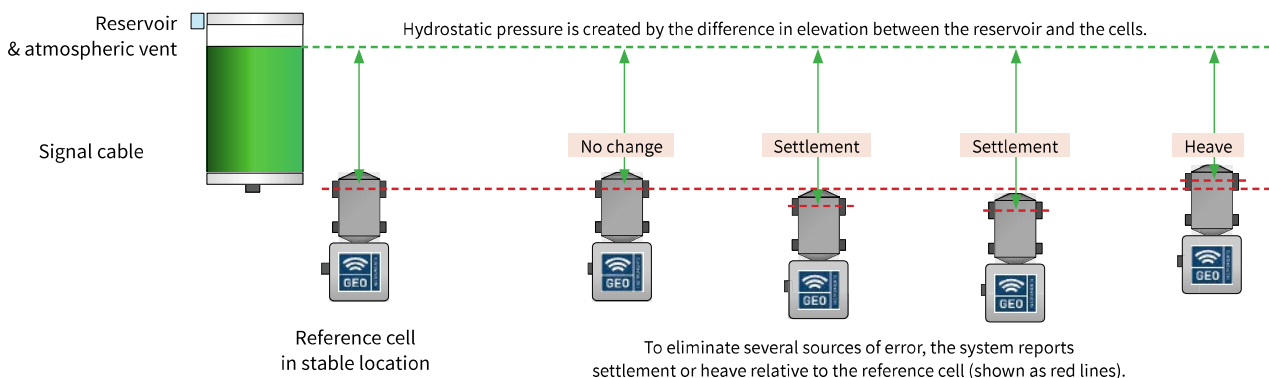
- drgania i hałas,
- przemieszczenia i osiadania,

- pochylenia,
- rozwarcie rys,
- naprężenia.

Aby zapewnić ciągły i nieprzerwany dostęp do rejestrowanych wyników osobom odpowiedzialnym za prowadzenie prac, stosuje się oprogramowanie zintegrowane z serwerem danych, umożliwiające:

- odczyt bieżących i archiwalnych pomiarów,
- tworzenie wykresów parametrów, aby umożliwić określenie trendów i prognozowanie zachowania mierzonej konstrukcji,
- wizualizację rozmieszczenia czujników na mierzonej konstrukcji wraz z ich odczytami, co pozwala na łatwą i intuicyjną kontrolę ogromnej liczby danych uzyskiwanych dzięki ciągłym pomiarom,
- programowanie progów ostrzegawczych oraz automatyczne wysyłanie wiadomości alarmowych do wskazanych osób.

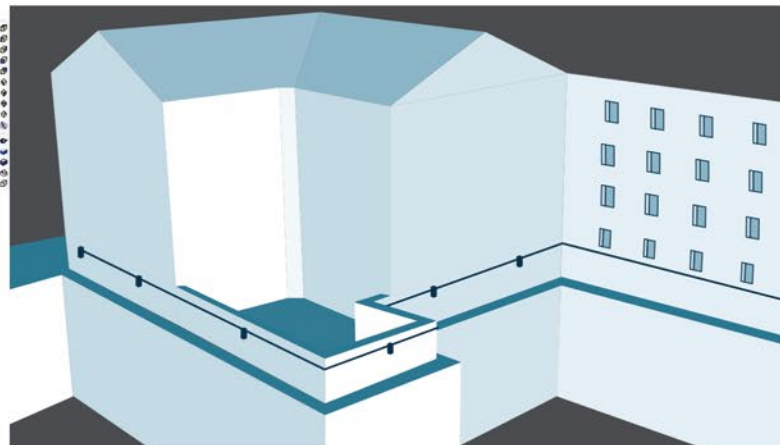
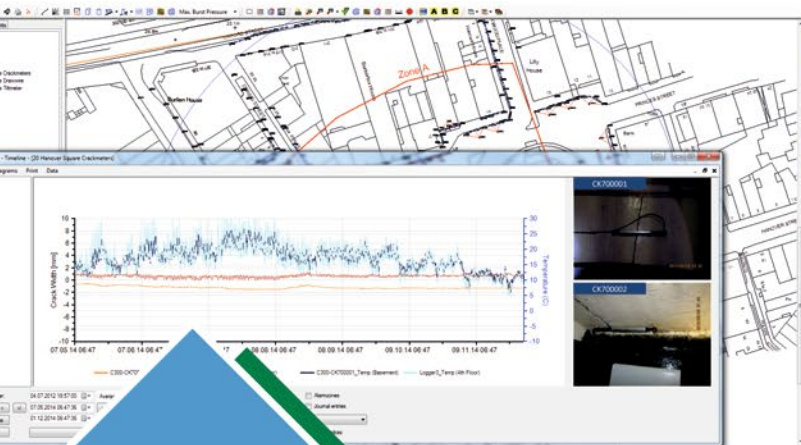
Podsumowując, warto podkreślić, że odpowiednio zaprojektowany i stabilnie działający monitoring konstrukcji to narzędzie pozwalające na bezpieczne i odpowiedzialne prowadzenie prac związanych z naprawą i przebudową zabudowy miejskiej.





Lloyd Acoustics

POLSKA



Nasz monitoring w **Twoich** rękach

lloydacoustics.pl

