

PRAKTYCZNE REGUŁY NAPRAW konstrukcji z betonu

prof. dr hab. inż. Lech Czarnecki
Instytut Techniki Budowlanej

Norma PN-EN 1504 dotycząca napraw konstrukcji betonowych może być traktowana jako zbiór metod praktycznych. Zamierzeniem przyświecającym artykułowi jest wyekstrahowanie tych reguł i w miarę możliwości przedstawienie ich w uproszczonej, bezpiecznie użytecznej formie.

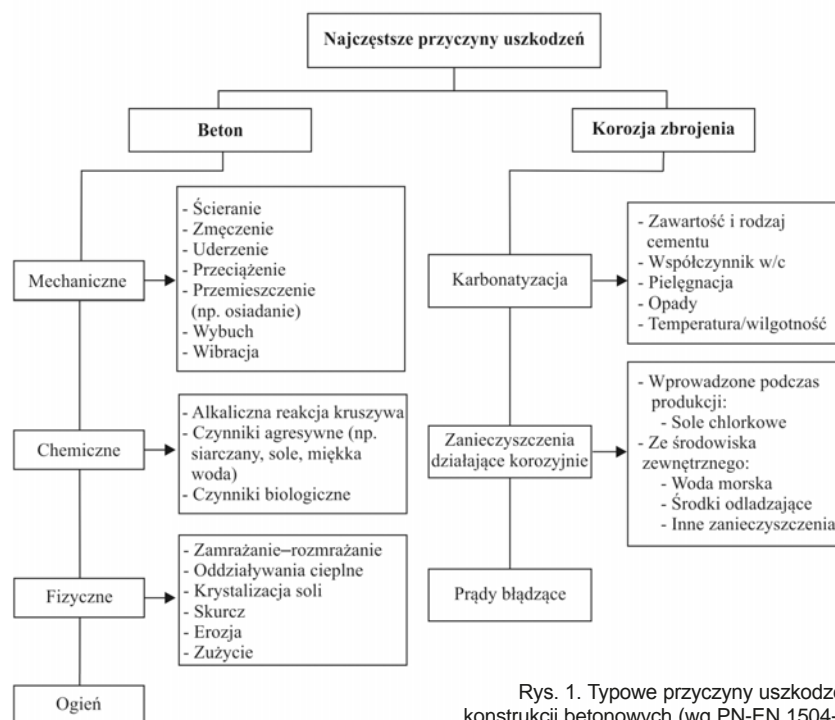
Naprawy nieodłącznym elementem użytkowania

Procesowi budowania zwykle towarzyszy odświętny nastrój i pewnego rodzaju celebra: kamienie węgielne, uroczyste akty upamiętniające, wiechy budowlane (na Śląsku nazywane glajchą). Przeprowadzanie napraw, mimo że często trudniejsze, a z reguły bardziej odpowiedzialne niż wznoszenie, jest na ogół otoczone niejaką dyskrecją. Dyskrekcja* naprawy objawia się w podwójnym znaczeniu tego słowa: „nie ma się co chwalić” oraz „brak ciągłości i jej przywrócenie” (mat. dyskretny-nieciągły). Jest to zapewne poddyktowane zawodowym zażenowaniem, jakie odczuwamy wobec powszechnego przeświadczenia o trwałości konstrukcji, a tu jednak trzeba naprawiać. To zażenowanie towarzyszy nam bez względu na to, czy przyczyny naprawy wynikają z nagłych zdarzeń losowych, długotrwałych procesów dekonstrukcyjnych, czy też należy usuwać usterki projektowe lub wykonawcze (rys. 1.). Jedyne wyburzenia – które również są formą naprawy – bywają (często z konieczności) prowadzone ostentacyjnie. W tym przypadku jednakże jest to także demonstracja, że będziemy budować nowe.

Naprawa to usuwanie wad, a wada to stan wymagający interwencji. Zamierzeniem tego artykułu jest ukazanie, że naprawy nieodłącznie towarzyszą wznoszeniu i utrzymaniu obiektów budowlanych. Jest rzeczą charak-

terystyczną, że podręczniki dotyczące trwałości konstrukcji – projektowaniu „na trwałość” – często kończą się rozdziałem: Jak naprawiać [1]. Zarówno naprawy, jak i cała działalność budowlana odwołują się do naukowych podstaw, a w dyscyplinie naukowej, jaką jest budownictwo, jak w mało któ-

rej przenika się nauka i inżynieria [2]. Wieloaspektowość i złożoność działań w budownictwie powoduje, że w tej dziedzinie większe niż w innych uzasadnienie ma stosowanie reguł praktycznych [3]. Anglosasi nazywają je *Rules of thumb* – *Reguły kciuka*; po polsku powiedzielibyśmy „spod dużego palca”.



Rys. 1. Typowe przyczyny uszkodzeń konstrukcji betonowych (wg PN-EN 1504-9)

Normy, w tym te dotyczące napraw PN-EN 1504.1-10, to z definicji zbiory reguł praktycznych. Norma podaje te reguły w sposób sformalizowany, nierzadko uwikłany, bywa, że trudno zrozumiały i tworzący nieprzyjemne wrażenie. Zamierzeniem przyświecającym artykułowi jest wyekstrahowanie tych reguł i w miarę możliwości przedstawienie ich w uproszczonej, bezpiecznie użytecznej formie.

Naprawy jako konieczność cywilizacyjna

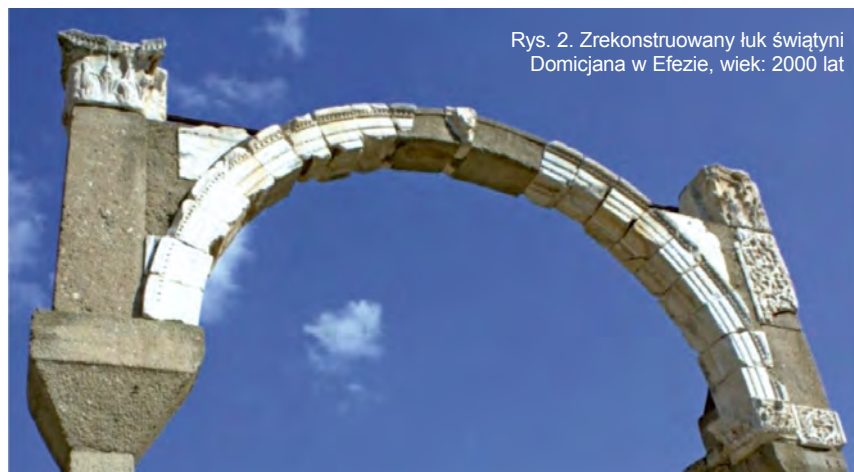
Wśród 20 monumentów cywilizacyjnych (tab. 1. rys. 2.), liczących sobie od kilkunastu tysięcy do kilkudziesięciu lat, tylko domostwo z kości mamuta w Międzyrzeczu na Ukrainie, piramidy egipskie w Gizie i kamienne Stonehenge w Anglii nie były dotychczas naprawiane. Naprawy stały się jednym z podstawowych sposobów utrzymania obiektów budowlanych, zarówno historycznych, jak i współczesnych. Oczywiście naprawa obiektów zabytkowych wymaga współpracy z konserwatorem i przestrzegania reguł konserwatorskich. Naprawy służą jednakże nie tyle do ratowania zabytków, ale przede wszystkim do przywracania bądź zachowania użyteczności współcześnie istniejących obiektów. Rynek napraw budowlanych jest liczony na świecie w dziesiątkach miliardów dolarów rocznie i ma tendencję wzrostową [4]. Naprawy są koniecznością cywilizacyjną analogiczną do uwarunkowanej termodynamicznie nieuchronności niszczenia obiektów. „Właściciel lub zarządca obiektu budowlanego jest zobowiązany użytkować obiekt zgodnie z jego przeznaczeniem i utrzymać go w należyłym stanie technicznym i estetycznym” – takie jest wymaganie prawa budowlanego [5].

Utrzymanie (konserwacja) to zespół różnorodnych działań zapobiegawczych podejmowanych po to, aby umożliwić spełnianie przez obiekt przypisanych mu funkcji przez okres użytkowania [6]. Do działań tych należy zaliczyć czyszczenie, drobne naprawy, roboty malarskie, reperacje drobnych uszkodzeń, a także wymianę niektórych części konstrukcji w miarę potrzeby. Działania te są na ogół wynikiem przeprowadzonych przeglądów technicznych. Do bieżącego utrzymania konstrukcji nie zalicza się remontu. Remont to wykonanie robót budowlanych polegających na odtworzeniu stanu pierwotnego, wykonuje się go po upływie projektowanego okresu użytkowania konstrukcji. Zapewnienie trwałości obiektu wymaga przeprowadzenia stosownych działań w związku z jego utrzymaniem. Jednocześnie przesądzenie o trwałości konstrukcji jest często przyczyną lekceważenia drobnych objawów uszkodzeń i do naprawy przystępuje się dopiero, gdy uszkodzenia są już zaawansowane. Powoduje to, że często naprawy –



Monumenty Cywilizacji			
Nazwa	Położenie	Wiek w latach	Uwagi
Domostwo z kości mamuta	Międzyrzecze, Ukraina	15000	
Piramidy	Giza, Egipt	4670	Prawie nienaruszone
Świątynia Amona	Luxor, Egipt	3540	Odbudowane ruiny
Stonehenge	Równina Salisbury, Anglia	3500	Monument megalityczny
Knossos	Kreta, Grecja	3500	Odbudowany zabytek minojski
Nurag	Sardynia, Włochy	3250	Monument prehistoryczny
Latamia morska	Faros, Grecja	2700	Zniszczona przez trzęsienie ziemi w XIV w.
Efez	Selçuk/İzmir, Turcja	2540	Odbudowane ruiny
Partenon	Ateny, Grecja	2420	Uszkodzony pociskami
Panteon	Rzym, Włochy	2140	Świątynia służąca dziś jako kościół
Koloseum	Rzym, Włochy	1910	Amfiteatr uszkodzony przez człowieka
Hagia Sophia	Istanbul, Turcja	1453	Muzeum, wcześniej kościół i meczet
Hōryū-ji	Nara, Japonia	1390	Świątynia
Chichén Itzá	Jukatan, Meksyk	1000	Odbudowane ruiny
opactwo Cystersów	Lubiąż, Polska	867	
Dzwonnica św. Marka	Wenecja, Włochy	842	Rozpadła się w 1902, odbudowana w 1912
Kościół Mariacki	Kraków, Polska	727	Kościół
Zamek	Gołub-Dobrzyń, Polska	717	
Bazylika Archikatedralna św. Jana Chrzciciela	Warszawa, Polska	627	Kościół
Santa Maria del Fiore	Florencja, Włochy	556	Kościół
Katedra św. Piotra	Rzym, Włochy	364	Kościół
Brownstones	Nowy Jork, USA	100	częściowo użytkowane
Hotel Deauville	Atlantic City, USA	40	wysadzone przez dewelopera

Tab. 1. Wybrane monumenty cywilizacyjne i ich wiek

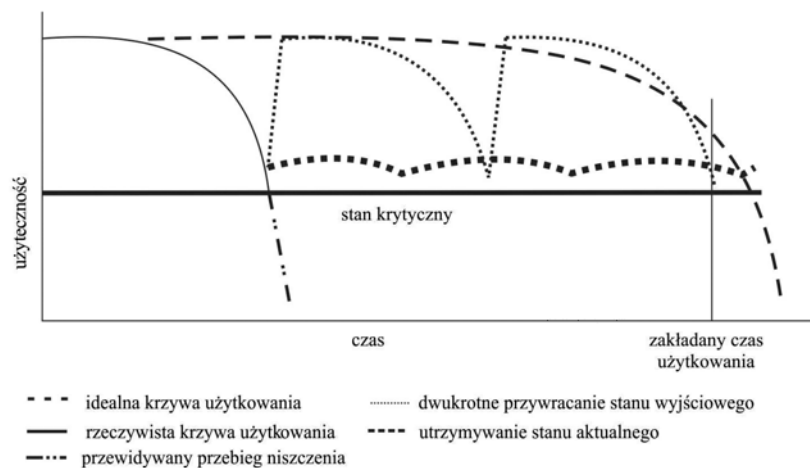


Rys. 2. Zrekonstruowany łuk świątyni Domicjana w Efezie, wiek: 2000 lat

nawet poważne – są przeprowadzane w ramach utrzymania obiektów budowlanych. Obok tych napraw, wynikających ze strategii zarządzania konstrukcją (rys. 3.), często zachodzi konieczność przeprowadzenia napraw w celu usunięcia skutków zdarzeń losowych, takich jak uderzenia, wybuchy, pożar, a także przeciążenia, nadmiernego przemieszczenia – np. w wyniku osiadania, czy też oddziaływania sąsiadujących obiektów – np. wibracje spowodowane ruchem kolei podziemnej. Nadrzędnym wymaganiem

przyświecającym strategii zarządzania konstrukcją jest zapewnienie (utrzymanie lub przywrócenie) nośności i stateczności oraz bezpieczeństwa użytkowania konstrukcji.

Zrównoważony rozwój jest koniecznością cywilizacyjną, a także nakazem prawnym [7]. Rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej nr 305/2011 [8] obowiązującym od 1 lipca 2013 roku wprowadzono nowe, siódme wymaganie podstawowe: zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych. Zgodnie z tym Rozporządzeniem –



Rys. 3. Cykle naprawcze w czasie użytkowania konstrukcji przy różnych strategiach zarządzania konstrukcją wg PN-EN 1504-9

Construction Product Regulation, CPR – UE 305/2011 – jednym ze sposobów zapewnienia zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych jest zapewnienie trwałości obiektów budowlanych. Ochrona konstrukcji w sposób bezpośredni służy zapewnieniu tej trwałości, a naprawy, w zależności od momentu ich podjęcia i ich zakresu, służą bądź zachowaniu użyteczności, bądź jej przywróceniu i w konsekwencji przyczyniają się do przywrócenia czy przedłużenia oczekiwanej trwałości. W ten sposób działania w zakresie ochrony i naprawy stają się istotnym narzędziem kształtowania zrównoważonego budownictwa.

Równocześnie wobec sposobu przeprowadzenia samej naprawy (a więc doboru zasad, metod, materiałów i narzędzi do jej przeprowadzenia) powstają oczekiwania poddyktowane wymaganiami zrównoważenia. Oczekiwania te są intuicyjnie zrozumiałe i odczytywane jako minimum nakładów materiałowych i energetycznych oraz zminimalizowanie oddziaływania na środowisko podczas naprawy, w tym minimalny poziom hałasu, a także maksymalne skrócenie czasu wyłączenia obiektu z eksploatacji. Z tym wiąże się również osiągnięcie przez obiekt po naprawie wyższego stopnia zrównoważenia, a więc również wyższego komfortu użytkowania, w tym lepszej jakości powietrza, zdrowotności materiałów, niższego poziomu hałasu. W tym obszarze formułowane są tylko bardzo ogólne wymagania [9, 10, 11], brak szczegółowych wskazań. Ukazuje się natomiast hasłowe zwołanie, że naprawa betonu to „najwyższy akt zrównoważenia” – *the ultimate act of sustainability* [11]. Społeczne znaczenie zrównoważenia poprzez naprawy konstrukcji nie może być jednak przeceniane. Rehabilitacja obiektów budowlanych ma coraz większy udział w działalności budowlanej, ale nie oczekuje się, że stanie się jedynym sposobem zaspokojenia stale rosnących potrzeb społecznych. Obiekty budowlane powoli, lecz często, podlegają

transformacji z obiektów biurowych w mieszkalne, z fabryk w restaurację, ze starych domostw w muzea itp. Przystosowanie istniejących obiektów – połączone z jego naprawami – do nowych potrzeb to realizacja zrównoważenia [12]. Zawsze jednak żywot części obiektów będzie się po określonym czasie życia kończył rozbiórką, a następnie powtórny użyciem niektórych jego elementów i recykłacją pozostałych. W odniesieniu do elementów betonowych przemawia za tym również fakt, że jednokrotna recykłacja w połączeniu z procesem karbonatyzacji podczas użytkowania powoduje, że 80% emisji CO₂ wytworzonego podczas powstawania cementu zostaje pochłonięte przez beton. W ten sposób to zakłócenie ekologiczne spowodowane przez tworzenie betonu zostaje praktycznie wyeliminowane. Zrównoważone budownictwo jest jednym z podstawowych wyzwań współczesnej technologii i jednym z istotnych celów polityki zrównoważonego rozwoju. W tym kontekście naprawa i ochrona konstrukcji to istotne czynniki zapewniające zrównoważenie w budownictwie. Równocześnie wymagania zrównoważonego rozwoju będą dyktowały sposób i określały cel przeprowadzenia naprawy. PN-EN 1504 nie zajmuje się określeniem warunków zrównoważonej naprawy ani też stopnia zrównoważenia obiektu po naprawie. Zagadnienia te w chwili obecnej pozostawiono intuicji inżynierskiej. W tym kontekście należy przypomnieć, że energia konsumowana podczas użytkowania obiektu jest dziesięciokrotnie większa od energii spożytkowanej podczas jego wznoszenia [13]. Tak więc ważniejsze jest, aby skutkiem naprawy była poprawa energooszczędności obiektu, niż oszczędzenie na samej naprawie (nawet jeśli te koszty miałyby ponosić różne podmioty). Naprawy są środkiem do przywrócenia użyteczności i przedłużenia trwałości obiektowi. W trakcie dalszego użytkowania obiekt po naprawie powinien odznaczać się podwyższonym stopniem zrównoważenia. Naprawa

prowadząca do tego celu powinna być przeprowadzona w sposób podporządkowany wymaganiom zrównoważenia [12].

Pierwotna wersja artykułu była prezentowana na konferencji „Awarie Budowlane” 2017

Literatura (do części 1.):

1. ACI 201.2R-01 Guide to Durable Concrete. http://www.bpesol.com/bachphuong/media/images/book/2012r_01.pdf.
2. Radomski W.: Nauka w inżynierii lądowej a rola Instytutu Techniki Budowlanej. Strategia instytutów badawczych budownictwa, Instytut Techniki Budowlanej, 2015.
3. Czarnecki L., Van Gemert D.: Scientific Basis and Rules of Thumb in Civil Engineering: Conflict or Harmony? Bull. Pol. Ac.: Tech. 64 (4), 665-673, 2016. DOI: 10.1515/bpasts-2016-0075.
4. Raupach M., Büttner T., Concrete repair to EN 1504: Diagnosis, Design, Principles and Practice, CRC Press, 2014.
5. Prawo budowlane, Dz. U. z 2016 r. poz. 290; art. 5.1.
6. Ścisławski Z.: Utrzymanie konstrukcji żelbetonowych, Instytut Techniki Budowlanej, 1997.
7. Czarnecki L., Kaproń M., Piasecki M., Wall S.: Budownictwo zrównoważone budownictwem przyszłości. „Inżynieria i Budownictwo” nr 1/2012.
8. Regulation (EU) No. 305/2011 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2011, laying down harmonized conditions for marketing of construction products and repealing Council Directive 89/106/EEC.
9. Goodwin F.: Concrete Repair: the Ultimate Sustainability. http://www.sspc.org/media/documents/tech/feb_tech_12.pdf, dostęp 17.07.2016.
10. Waris M. (et. al.): Criteria for the Selection of Sustainable onsite Construction Equipment. International Journal of Sustainable Built Environment” vol. 3, nr 1/2014.
11. Whiteley D.L. (et al.): Sustainability for Repairing and Maintaining Concrete and Masonry Buildings. ICRI Committee 160, [www.icri.org/http://www.icri.org/resource/collection/1023A08D-21D0-4AE9-8F9A-5C0A-111D4AC9/ICRICommittee160-Sustainability_whitepaper.pdf](http://www.icri.org/resource/collection/1023A08D-21D0-4AE9-8F9A-5C0A-111D4AC9/ICRICommittee160-Sustainability_whitepaper.pdf), dostęp 17.07.2016.
12. Czarnecki L.: Wymaganie zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych w odniesieniu do napraw i ochrony konstrukcji betonowych. Materiały Budowlane, nr 11/2016.
13. Heywood H.: 101 Rules of Thumb for Sustainable Buildings and Cities, RIBA Publishing, 2015.

Abstract: Rules of thumb for concrete construction repair. The necessity and even inevitability of the building repairing has been shown. The repair as a sustainability development has been emphasised. In building activity – in “on site” practice – a lot of rules of thumb are used. Those rules often seems to be far away from a scientific statement, however, they are a consequence of scientific consideration. In this context, the standard PN-EN 1504 could be treated as the set of rules for repair of concrete constructions. However, the standard is in many cases not easy, complicated and seems to be unfriendly to the readers. On this premise, a commentary to the standard has been developed: “Naprawa i ochrona konstrukcji z betonu. Komentarz do PN-EN 1504”; PWN, 2017, by L. Czarnecki, P. Łukowski, A. Garbacz. This paper attempts to formulate rules of thumb for repairs of concrete building constructions. The rules have been briefly presented on the backdrop of science-engineering relation and illustrated with relevant pictures.

Keywords: concrete, construction, repair, protection, rules of thumb, durability, sustainable development, science, engineering