

# PRAKTYCZNE REGUŁY NAPRAW konstrukcji z betonu

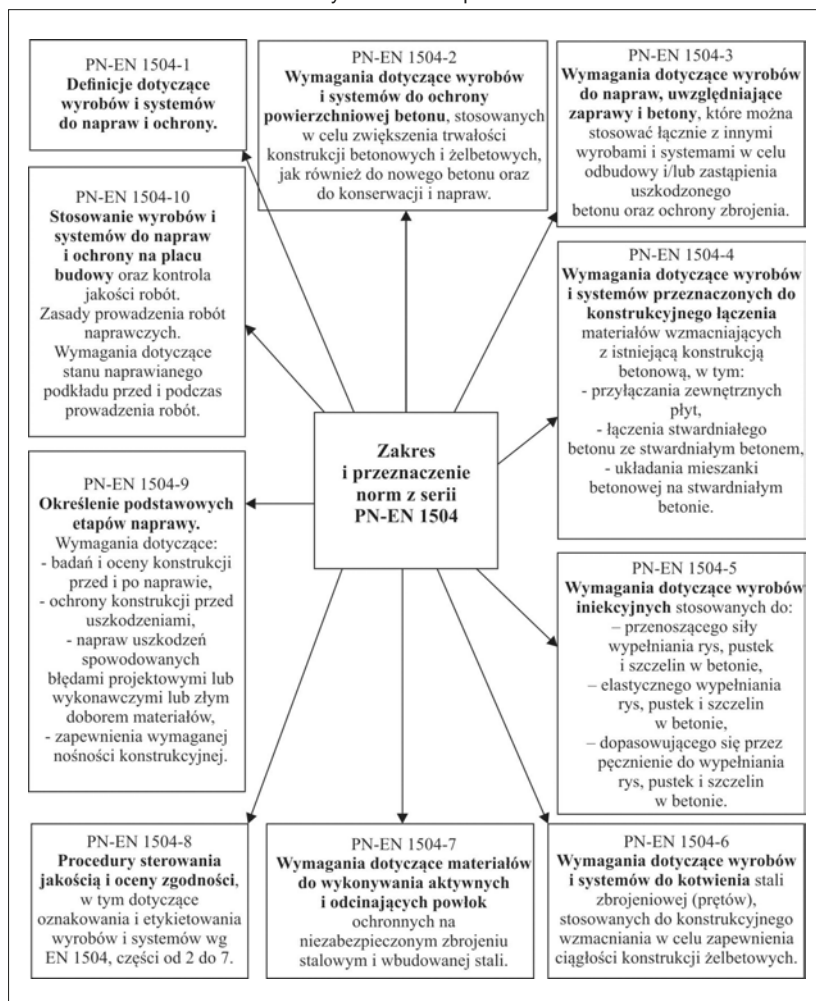
**prof. dr hab. inż. Lech Czarnecki**  
Instytut Techniki Budowlanej

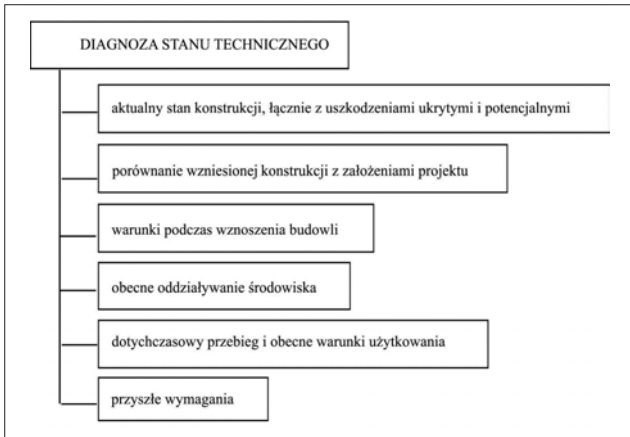
Norma PN-EN 1504 dotycząca napraw konstrukcji betonowych może być traktowana jako zbiór metod praktycznych. Zamierzeniem przyświecającym artykułowi jest wyekstrahowanie tych reguł i w miarę możliwości przedstawienie ich w uproszczonej, bezpiecznie użytecznej formie.

## Reguły napraw betonu wg PN-EN 1504

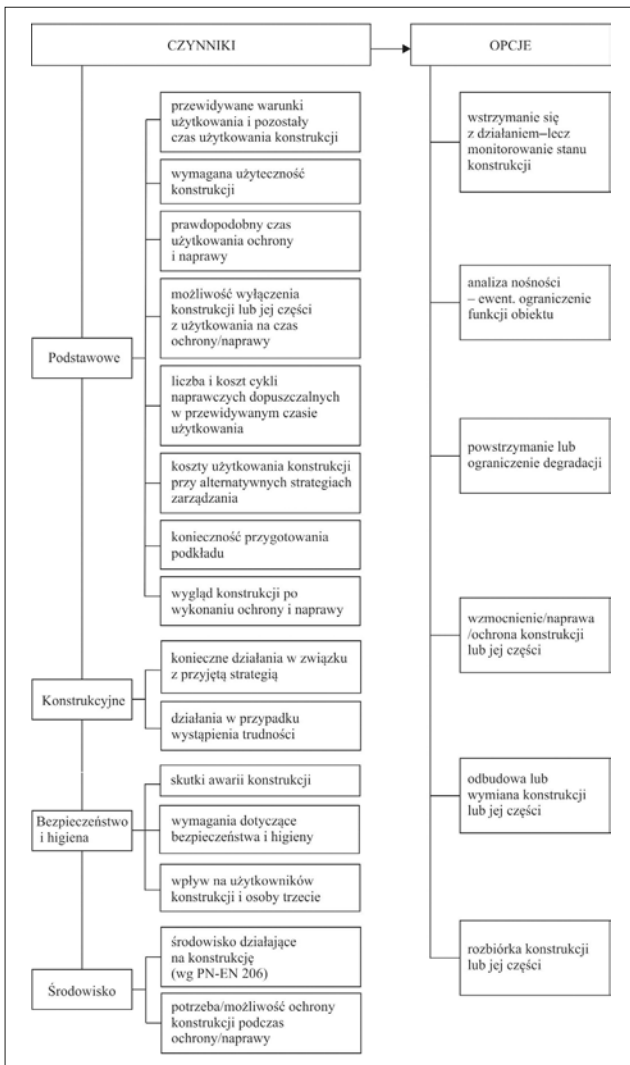
Norma to w założeniu zbiór metod praktycznych; norma nie wymaga ich zrozumienia, lecz stosowania (ze zrozumieniem). Tak więc wyabstrahowanie *reguł praktycznych* na użytek tej publikacji i jej przyszłych czytelników to zabieg *wyznaczenia różniczki drugiego stopnia*. Według mojej oceny właśnie 10-tomowa PN-EN 1504, łącznie 300 stron druku, odznacza się dużym stopniem zawikłania i jest w wielu miejscach niełatwa do zrozumienia. Bez względu na to, jak trudna w odbiorze jest ta norma, to jej celem jest zapewnienie skuteczności napraw. „Naprawa naprawy” jest dla wszystkich uczestników tego zdarzenia działaniem ogromnie frustrującym, a dla firmy wykonawczej niejednokrotnie rujnującym. Niektóre operacje naprawcze, np. iniekcje rys – są niewykonalne. Powyższe przesłanki skłoniły mnie wraz ze współautorami: Pawłem Łukowskim i Andrzejem Garbaczem, do opracowania komentarza do tej normy [27]. W książce zamieszczono 105 rysunków, głównie algorytmów i schematów postępowania, podczas gdy w normie właściwej są tylko 2 rysunki. Usiłując przedstawić reguły praktyczne zgodnie z definicją przekazaną w tej pracy jako lapidarne zalecenia odwołujące się do doświadczenia, jednocześnie stanowiące pewne zgodne z nauką przybliżenie, doszedłem do wniosku, że najwłaściwiej będzie ograniczyć tekst do minimum i przedstawić rzecz na wybranych rysunkach. W rezultacie lista reguł praktycznych napraw betonu przybrała postać: hasłowe sformułowanie reguły + rysunek [komentarz]. Książkę *Naprawa i ochrona konstrukcji*

Rys. 7. Zakres i przeznaczenie norm z serii PN-EN 1504





Rys. 8. Elementy diagnozy stanu konstrukcji



Rys. 9. Czynniki wpływające na decyzję o ochronie/naprawie w ramach strategii zarządzania konstrukcją oraz dostępne sposoby postępowania (wzorowane na PN-EN 1504-9)

Tab. 3. Zasady dotyczące ochrony zbrojenia wg EN 1504-9

Oznaczenie*	Zasada
RP	1. Utrzymanie lub przywrócenie stanu pasywnego stali zbrojeniowej (Preserving or Restoring Passivity)
IR	2. Podwyższenie oporności elektrycznej otuliny betonowej (Increasing Resistivity)
CC	3. Kontrola obszarów katodowych (Cathodic Control)
CP	4. Ochrona katodowa (Cathodic Protection)
CA	5. Kontrola obszarów anodowych (Control of Anodic Areas)

\* w obecnej wersji EN 1504-9 nie stosuje się już literowych oznaczeń zasad

z betonu. Komentarz do PN-EN 1504, PWN 2017 [29] w tych hasłowych sformułowaniach określono jako „Komentarz”.

### Reguły praktyczne napraw konstrukcji z betonu wg PN-EN 1504

1. Jeśli nie postugujesz się Komentarzem [29], to rozpocznij studiowanie zbioru norm PN-EN 1504 od części 9. (rys. 7.).
2. Przed przystąpieniem do naprawy należy określić przyczynę uszkodzeń i zdiagnozować stan konstrukcji (rys. 8.).
3. Naprawiamy po przyczynach, a nie po skutkach. Skutki usuwamy „przy okazji” naprawy.
4. Podejmując decyzję o naprawie, należy pamiętać, że pomiędzy wstrzymaniem się od działań a rozbiórką istnieje cały szereg opcji pośrednich (rys. 9.), a mianowicie:
  - a. wstrzymanie się z działaniem przez pewien czas, lecz monitorowanie stanu konstrukcji;
  - b. analiza nośności, która może skutkować ograniczeniem funkcji (obniżenie obciążeń) obiektu;
  - c. powstrzymanie lub ograniczenie (ochrona powierzchniowa) dalszej degradacji, bez naprawy konstrukcji betonowej;
  - d. wzmocnienie lub ochrona i naprawa całej konstrukcji betonowej lub jej części;
  - e. odbudowa lub wymiana całej konstrukcji betonowej lub jej części;
  - f. rozbiórka całej konstrukcji betonowej lub jej części.

Wybór każdej możliwości niesie za sobą inny poziom ryzyka wystąpienia uszkodzeń w przyszłości.

5. Decyzja o naprawie: czy naprawiać i w jakim zakresie oraz jak i czym – wymaga rozważenia następujących zagadnień:

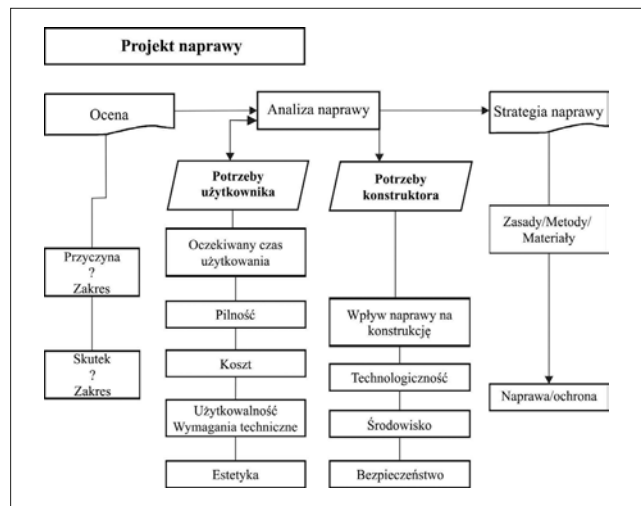
objawy uszkodzeń → przyczyny uszkodzeń → zasada naprawy → metoda naprawy → wybór wyrobu/system naprawczy

6. Przed przystąpieniem do naprawy należy opracować projekt naprawy (rys. 10., 11.).
7. Istnieje 6 zasad naprawy betonu (tab. 2.) i 5 zasad ochrony zbrojenia (tabela 3.). Dobór zasady naprawy jest najważniejszym elementem projektowania naprawy, decydującym o jej skuteczności.

Tab. 2. Zasady naprawy betonu wg EN 1504-9

Oznaczenie*	Zasada
PI	1. Ochrona przed wnikaniem (Protection against Ingress)
MC	2. Ograniczenie zawilgocenia (Moisture Control)
CR	3. Odbudowanie elementu (Concrete Restoration)
SS	4. Wzmocnianie konstrukcji (Structural Strengthening)
PR	5. Odporność na czynniki fizyczne (Physical Resistance)
RC	6. Odporność na czynniki chemiczne (Resistance to Chemicals)

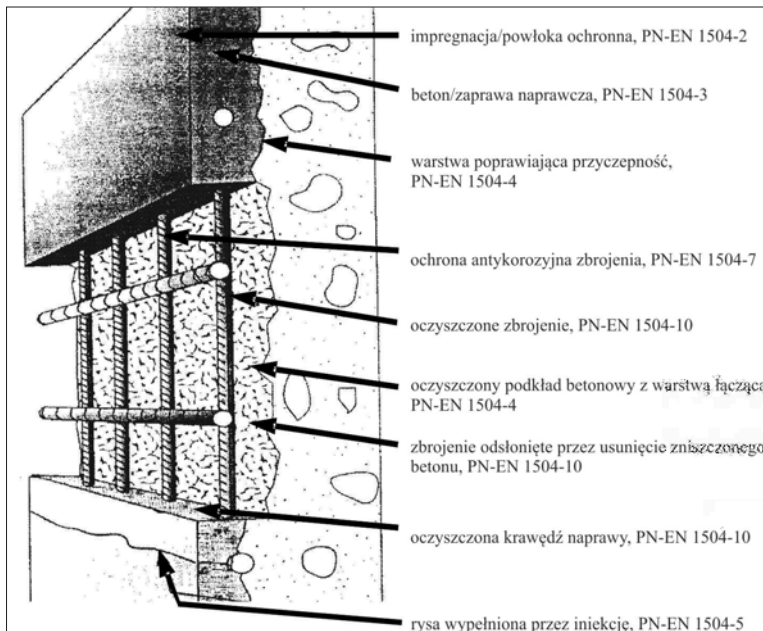
\* w obecnej wersji EN 1504-9 nie stosuje się już literowych oznaczeń zasad



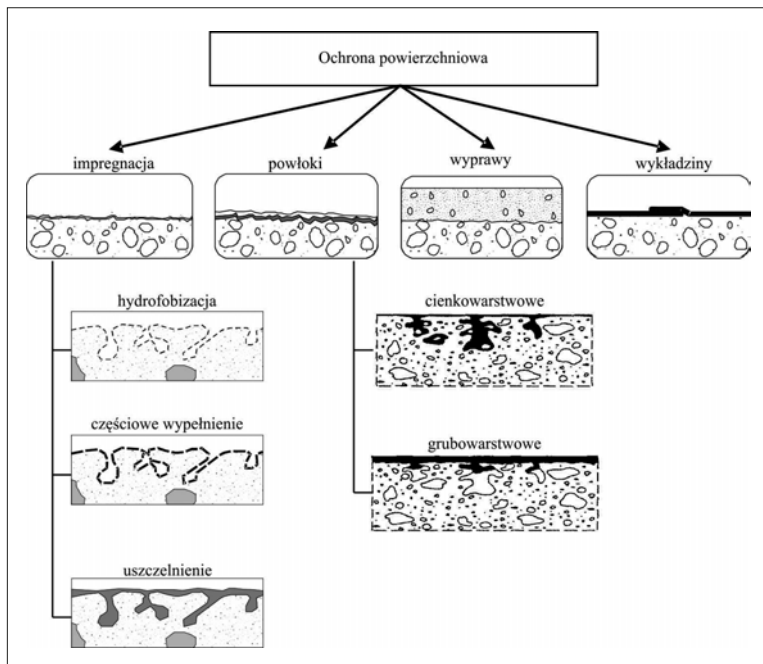
Rys. 10. Ogólny schemat projektu naprawy

FAZY PROJEKTU					
INFORMACJE O KONSTRUKCJI	PROCES OCENY	STRATEGIA ZARZĄDZANIA	PROJEKT PRAC NAPRAWCZYCH	PRACE NAPRAWCZE	ODBIÓR PRAC NAPRAWCZYCH
Podstawowe czynniki do rozważenia i podejmowane działania					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stan i dotychczasowy przebieg użytkowania konstrukcji</li> <li>• Dokumentacja</li> <li>• Wcześniejsze naprawy i przebieg utrzymania</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wady, ich klasyfikacja i przyczyny</li> <li>• Ocena bezpieczeństwa/ stanu konstrukcji przed przystąpieniem do ochrony i naprawy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opcje</li> <li>• Zasady</li> <li>• Metody</li> <li>• Ocena bezpieczeństwa/ stanu konstrukcji w czasie wykonywania ochrony i naprawy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przewidywane użycie wyrobów</li> <li>• Wymagania dotyczące                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- podkładu</li> <li>- wyrobów</li> <li>- prowadzenia prac</li> </ul> </li> <li>• Specyfikacje</li> <li>• Szczegóły projektowe</li> <li>• Ocena bezpieczeństwa/ stanu konstrukcji po wykonaniu ochrony i naprawy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dobór i zastosowanie wyrobów i systemów oraz metod i sprzętu</li> <li>• Badania w ramach sterowania jakością</li> <li>• Zagadnienia bezpieczeństwa i higieny</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Badania odbiorcze</li> <li>• Korekty</li> <li>• Dokumentacja</li> </ul>
Odpowiednie Rozdziały niniejszej Normy Europejskiej i innych części EN 1504					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozdział 4 niniejszej Normy Europejskiej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozdział 4 niniejszej Normy Europejskiej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozdziały 5 i 6 niniejszej Normy Europejskiej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EN 1504-2 do EN 1504-7</li> <li>• Rozdziały 6, 7 i 9 niniejszej Normy Europejskiej</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozdziały 6, 7, 9 i 10 niniejszej Normy Europejskiej</li> <li>• EN 1504-10</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rozdział 8 niniejszej Normy Europejskiej</li> <li>• EN 1504-10</li> </ul>

Rys. 11. Fazy typowych projektów naprawczych wg PN-EN 1504-9



Rys. 12. Naprawa elementu żelbetowego z przypisaniem odpowiednich części



Rys. 13. Sposoby ochrony powierzchniowej wg PN-EN 1504-2

8. Pięć zaleceń skutecznej naprawy to (rys. 12., 13.):
- I. Ochrona przed działaniem zewnętrznych czynników chemicznych i fizycznych: iniekcja rys, impregnacja, powłoki ochronne.
  - II. Ograniczenie zawilgocenia: hydrofobizacja, powłoki ochronne.
  - III. Uzupelnienie ubytków – odbudowa kształtu i funkcji: zaprawy oraz betony naprawcze, zaprawy i betony natryskowe.
  - IV. Wzmocnienie: iniekcja rys, uzupełnienie lub wymiana zbrojenia, zbrojenie zewnętrzne – doklejenie płyt i taśm, sprężanie.
  - V. Ochrona zbrojenia: realkalizacja – wymiana skarbonatyzowanego otuliny, ograniczenie zawilgocenia i dostępu tlenu – powłoki na zbrojenie i powłoki zewnętrzne; inhibitory korozji; ochrona elektrochemiczna (zewnętrzne źródło prądu lub wprowadzenie „anody traconej” – ochrona galwaniczna).

### Podsumowanie

Mimo wielu zastrzeżeń i obostrzeń udało się sformułować w ośmiu zaleceniach reguły praktyczne naprawy betonu. Można to określić jako „naprawa betonu w pigułce”. Zainteresowanych zapraszamy do naszej książki *Naprawa i ochrona konstrukcji z betonu. Komentarz do PN-EN 1504*, PWN 2017. Lech Czarnecki, Paweł Łukowski, Andrzej Garbacz.

*Podziękowania: Autor składa serdeczne podziękowania dr. inż. Jarosławowi Szulcowi i mgr. inż. Sławomirowi Dudziakowi z ITB za pomoc w doborze przykładów konstrukcyjnych.*

### Literatura (do części 3.):

27. Salvadori M., Why building stand up. The strenght of architecture, W.W. Norton&Company, Inc., 1980.
29. Czarnecki L., Łukowski P., Garbacz A., Naprawa i ochrona konstrukcji z betonu. Komentarz do PN-EN 1504, PWN, 2017.

**Abstract:** Rules of thumb for concrete construction repair. The necessity and even inevitability of the construction repairinig has been shown. The construction repair as a sustainability development has been considered. In construction activity – in practice “on site” – 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 deliberation. In this context the standard PN-EN 1504 could be treated as the set of rules for concrete construction repair. However the standard is in many cases not easy, intricated and seems to be unfriendly to the readers. On that basis a premise has been shown to elaborate the comment to the standard: *Naprawa i ochrona konstrukcji z betonu. Komentarz do PN-EN 1504*; PWN, 2017, by L. Czarnecki, P. Łukowski, A. Garbacz. In this paper author attempted to formulate rules of thumb for concrete construction repairs. The rules has been presented on the backdrop of science-engineering relation as the highlights complemented with suitable pictures.

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