



Wpływ korozji na zagrożenia i awaryjność obiektów budowlanych

Prof. dr hab. inż. Leonard Runkiewicz, Instytut Techniki Budowlanej, Politechnika Warszawska

1. Wprowadzenie

Obiekty budowlane w czasie eksploatacji narażone są często na niekorzystne działanie środowiska i korozji.

Procesy niekorzystnego działania korozji na tworzywa konstrukcyjne wpływają na bezpieczeństwo, niezawodność i użyteczność konstrukcji. Obniżają one też trwałość konstrukcji tych obiektów. W zależności od rodzaju konstrukcji oraz warunków eksploatacji występują bezpośrednie i pośrednie oddziaływania korozyjne. Powodują one duże zniszczenia konstrukcji, a nawet wywołują ich awarie i katastrofy [1–12]. Na korozję narażone są szczególnie zbiorniki i silosy na ciecze i na materiały sypkie oraz kominy i wieże, mosty i wiadukty, a także budowle przemysłowe oraz specjalne. Eksploatowane są one od wielu lat w różnych dziedzinach gospodarki narodowej. Najwięcej takich obiektów eksploatowanych jest w zakładach przemysłowych, spożywczych, specjalnych i gospodarki komunalnej. Są to różnego rodzaju silosy na materiały sypkie takie jak: zboże, węgiel, cement, cukier, gips, wapień, materiały rolno-spożywcze, nawozy i rudy, zbiorniki na różnego rodzaju ciecze w różnych temperaturach, a także oczyszczalnie ścieków, kominy i wieże przemysłowe. Współczesne obiekty wykonywane są głównie z betonu zbrojonego (żelbetu), z betonu sprężonego, ze stali, drewna lub ceramiki. Wymiary tych obiektów są bardzo zróżnicowane i zależą głównie od wymaganej objętości przechowywanych cieczy i materiałów oraz technologii przemysłowych. Większość wymienionych wyżej typów obiektów jest eksploatowana w bardzo trudnych warunkach. W związku z tym wymagają one wyjątkowo solidnego projektowania, wykonania oraz eksploatacji. W zależności od warunków eksploatacji obiekty te – poza odpowiednimi cechami wytrzymałościowymi – muszą też spełniać inne dodatkowe wymagania, na przykład muszą być odporne chemicznie lub termicznie oraz muszą być zaopatrzone w odpowiednie powłoki i urządzenia zabezpieczające. Te dodatkowe wymagania stawiają też warunek stosowania do budowy, napraw i remontów wyrobów o określonych właściwościach i wysokiej jakości, a także technologii zapewniających dużą trwałość i niezawodność tym obiektom.

Jak wykazały wieloletnie analizy zagrożeń, awarii i katastrof budowlanych, bardzo duży udział w ich powstawaniu mają różnego rodzaju zniszczenia korozyjne spowodowane

błędami projektowymi, realizacyjnymi i eksploatacyjnymi [1–7]. W artykule przedstawiono wpływ korozji spowodowanych błędami projektowymi i realizacyjnymi i eksploatacyjnymi w okresie od 1962 do 2015 na zagrożenia, awarie i katastrofy budowlane.

2. Charakterystyka zagrożeń katastrof i awarii

Od 1962 roku w Polsce rejestrowano rocznie od ok. 80 do ok. 1000 zagrożeń, awarii i katastrof, uzyskując dane o ok. 6000 zagrożeniach, awariach i katastrofach konstrukcji budowlanych.

Analizy zagrożeń, awarii i katastrof budowlanych, które występowały w Polsce były przeprowadzane w podziale na rodzaje budownictwa, rodzaje konstrukcji, rodzaje materiałów, charakter zniszczenia oraz ze względu na błędy, wady i nadzwyczajne obciążenia lub wpływy środowiska, korozję, erozję itp.

Generalny wskaźnik zagrożeń awarii i katastrof budowlanych wynikłych bezpośrednio lub pośrednio z powodu korozji elementów, materiałów i budowli szacuje się średnio w analizowanym okresie na ok. 45%, w poszczególnych latach od 35% do 65%, wszystkich zagrożeń, awarii i katastrof budowlanych.

2.1. Analiza ogólna

Łączny, uśredniony wskaźnik katastrof w latach 1962–2014 w stosunku do ogólnej liczby zagrożeń, awarii i katastrof – wyniósł ok. 16%.

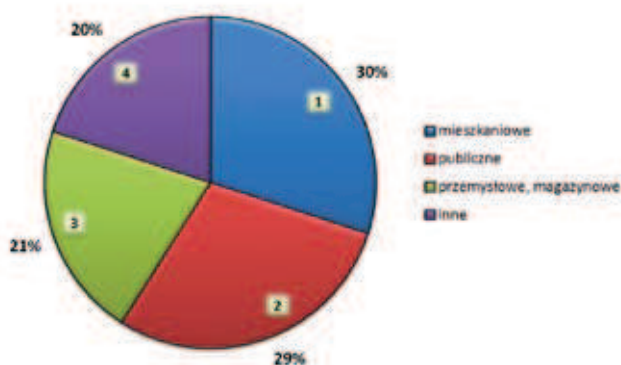
- Podział występujących w tym okresie zagrożeń, awarii i katastrof ze względu na rodzaj budownictwa podano na rysunku 1.

Z rysunku tego wynika, że najwięcej zagrożeń, awarii i katastrof wystąpiło w budownictwie mieszkalnym, publicznym i przemysłowym, a także o innym charakterze.

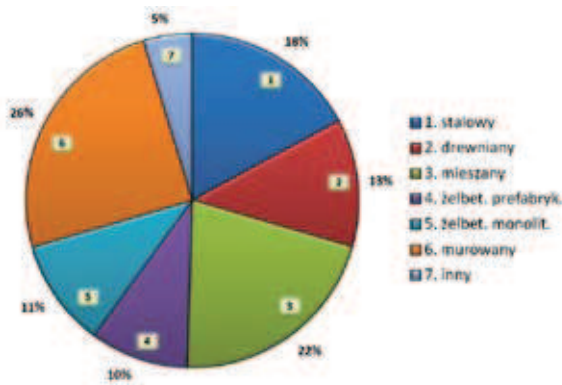
Znaczącą rolę odgrywały tu czynniki korozyjne.

- Podział zagrożeń, awarii i katastrof ze względu na technologie budowlane obiektów podano na rysunku 2.

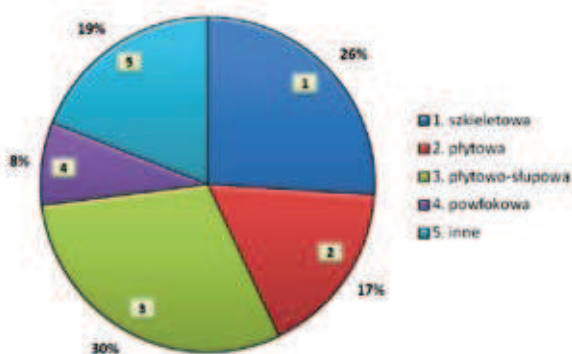
Z rysunku tego wynika, że najwięcej zagrożeń, awarii i katastrof wystąpiło w konstrukcjach murowanych, a następnie mieszanych, drewnianych, żelbetowych monolitycznych i prefabrykowanych oraz stalowych. W tym podziale również znaczącą rolę odgrywały czynniki korozyjne.



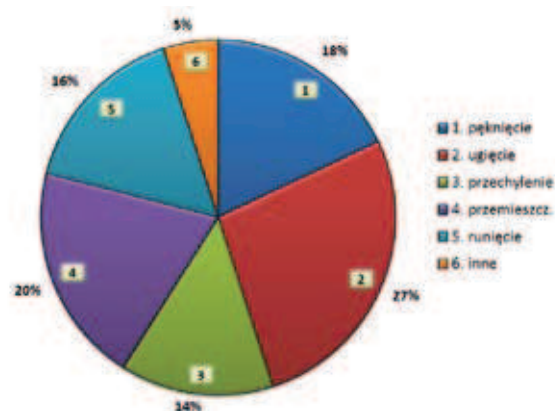
Rys. 1. Podział zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2014 ze względu na rodzaj obiektu budowlanego



Rys. 2. Podział zagrożeń awarii i katastrof w latach 1962–2014 ze względu na technologię



Rys. 3. Podział zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2014 ze względu na typy konstrukcji budowlanych



Rys. 4. Podział zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2014 ze względu na rodzaj zniszczenia elementu lub obiektu

- Podział zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2014 ze względu na typy konstrukcji obiektów budowlanych pokazano na rysunku 3.

Z rysunku tego wynika, że najwięcej zagrożeń, awarii i katastrof dotyczyło konstrukcji mieszanych, specjalnych, płytowych, a następnie szkieletowych i powłokowych. Największy udział czynników występował w konstrukcjach mieszanych i specjalnych.

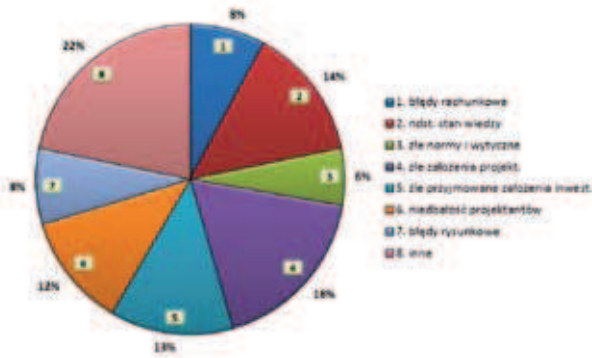
- Podział zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2014 ze względu na rodzaj zniszczenia elementu lub obiektu pokazano na rysunku 4.

Z rysunku tego wynika, że najwięcej było pęknięć, a następnie runięć, przemieszczeń i ugięć elementów lub konstrukcji, szczególnie w obszarach narażonych silnie na korozję.

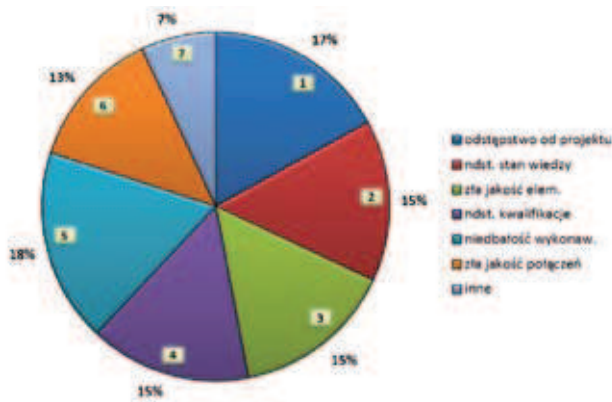
Zagrożenia, awarie i katastrofy budowlane spowodowane korozją występowały zarówno w konstrukcjach murywanych, stalowych, jak i żelbetowych. Były to awarie budowli małych, a także obiektów bardzo dużych, jak np. chłodnie kominowe. Analizy wieloletnie wskazują, że liczba katastrof spowodowana korozją jest największa

w budownictwie przemysłowym, rolniczym, a następnie komunalnym i mieszkaniowym. Wpływ korozji na zagrożenia i awarie budowlane występował oczywiście głównie w obiektach znajdujących się w eksploatacji, a także w okresie realizacji remontów i modernizacji.

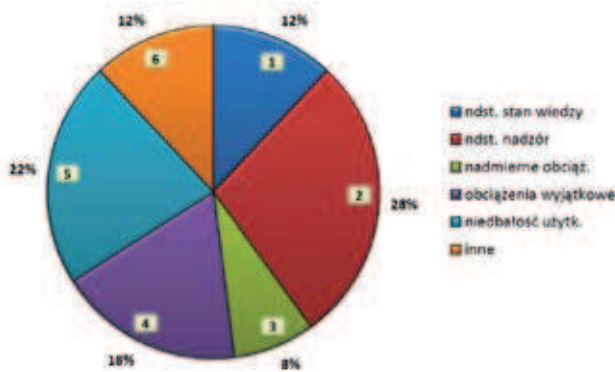
Korozja obiektów budowlanych najczęściej wpływa na osłabienie, zagrożenie i awarie zarówno elementów podstawowych, jak i elementów drugorzędowych konstrukcji. Z obserwacji i analiz wynika, że korozja dotyczy wszystkich elementów obiektów budowlanych. Na korozję narażone są szczególnie dachy i stropodachy, balkony i tarasy, stropy, ściany nośne oraz słupy, kominy, fundamenty, zbiorniki, chłodnie itp. Z analiz awarii i katastrof wynika, że najczęstszymi materiałami konstrukcyjnymi inicjującymi awarie i katastrofy są stale i elementy ceramiczne oraz drewno i żelbet monolityczny. Dotyczy to szczególnie wiązarów i kominów stalowych, prefabrykatów żelbetowych, żelbetu i betonu monolitycznego oraz betonu sprężonego. Wśród wymienionych materiałów czynniki korozyjne najczęściej destrukcyjnie wpływały na mury, stal, żelbet, beton sprężony oraz drewno, powodując powstawanie zagrożenia bezpieczeństwa, a następnie awarii konstrukcji budowlanych.



Rys. 5. Przyczyny projektowe zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2014



Rys. 6. Przyczyny wpływu złego wykonawstwa na powstawanie awarii i katastrof w latach 1962–2014



Rys. 7. Przyczyny wpływu złej eksploatacji na powstanie zagrożeń, awarii i katastrof w latach 1962–2014

2.2. Przyczyny awarii i katastrof

Przyczyny zagrożeń, awarii i katastrof konstrukcji budowlanych w latach 1962–2015 wynikające ze złego projektowania, realizacji i eksploatacji pokazano na rysunkach 5–7. Najwięcej błędów projektowych wynikało z niedbałości projektantów, niedostatecznego stanu wiedzy, a następnie złych założeń projektowych i źle przyjmowanych obciążeń. W czasie wykonawstwa najwięcej błędów wynikało z niedbałości i pośpiechu wykonawców, a następnie

z niedostatecznego stanu wiedzy oraz odstępstw od projektu i niedostatecznych kwalifikacji wykonawców. W czasie eksploatacji największymi czynnikami wpływającymi na zagrożenia, awarie i katastrofy budowlane były niedostateczny nadzór, poziom nadzoru oraz jakość i częstotliwość napraw i remontów. Korozje powodujące powstawanie zagrożenia, awarii i katastrof budowlanych wynikały bezpośrednio lub pośrednio z nieprawidłowego: projektowania, wykonawstwa, a szczególnie eksploatacji. W czasie projektowania występowały często błędy sprzyjające korozji wynikały z:

- niewłaściwego rozeznania warunków pracy konstrukcji i jej elementów,
- wyboru złego materiału i technologii dla danych warunków eksploatacji obiektów,
- nieodpowiedniego zaprojektowania połączeń elementów w obiekcie.

Usterki wykonawcze sprzyjające korozji wynikały najczęściej z:

- złej produkcji materiałów, prefabrykatów i wyrobów budowlanych,
- niewłaściwego transportu, składowania i przeładunku elementów i wyrobów,
- złego scalania, sprężania i iniekcji żelbetowych konstrukcji sprężonych,
- złego montażu elementów i konstrukcji budowlanych,
- źle wykonanych elementów wykończeniowych i zabezpieczających.

Podobne błędy występowały i występują w czasie eksploatacji. Szacunkowe analizy wykazały, że:

- w konstrukcjach stalowych były to między innymi: niedostateczne wykonanie spoin i połączeń śrubowych (ponad 30% błędów), bardziej podatnych na korozję,
 - niewłaściwe montaż konstrukcji z elementów prefabrykowanych (20% błędów),
 - nieprzestrzeganie wymaganych tolerancji, odstępstwa od projektu, niedostateczne nadzory techniczne, nieuwzględnienie w projektowaniu zasad prawidłowej ochrony konstrukcji przed korozją,
 - użycie złych jakościowo materiałów i elementów dla określonych obiektów i warunków eksploatacji,
 - niedostateczne zabezpieczenia przed korozją wszystkich elementów;
- w konstrukcjach z prefabrykowanych elementów betonowych analogicznie były to:
 - nieprawidłowe wykonywanie połączeń (niewykonanie dobrze połączeń spawalnych, błędne ułożenie zbrojenia łączącego), niedostateczne wypełnianie betonem, brak należytych warunków dla twardnienia betonu, mających wpływ na przyspieszoną korozję – również ponad 30% błędów,
 - nieprawidłowe ułożenia i montaż prefabrykatów, szczególnie dachowych, braki dostatecznych powiązań montażowych, dopuszczenia do uderzeń prefabrykatem w czasie montażu itp.,
 - nieprzestrzeganie wymaganych tolerancji, braki skutecznych interwencji nadzoru budowlanego,



- niezabezpieczenie elementów z betonów lekkich przed wilgocią;
- w monolitycznych konstrukcjach żelbetowych były to m.in.:
 - źle ukształtowane i ułożone zbrojenie (ponad 20% błędów) wpływające na jego korozję,
 - słabe, rakowate betony o zaniżonych wytrzymałościach i jednorodnościach, niedostatecznie chronione przed wpływami atmosferycznymi, korozją, a także przed mrozem – również ponad 20% błędów,
 - zastosowanie niewłaściwych materiałów odpornych na korozję,
 - nieodpowiednie kruszywa i cementy o niskich wytrzymałościach,
 - źle wykonane pokrycia dachowe i elementy wykończeniowe,
 - odstępstwa od projektu, niedostateczne nadzory techniczne,
 - niedostateczna świadomość o zagrożeniach korozyjnych w czasie projektowania, wykonawstwa i eksploatacji.

Podobne błędy występowały odpowiednio w konstrukcjach murowych i drewnianych.

3. Przykłady zagrożeń i awarii konstrukcji budowlanych z powodu korozji

Zagrożenia i awarie konstrukcji budowlanych spowodowane korozją dotyczyły niemal wszystkich elementów budowli, tzn.:

- fundamentów wszystkich rodzajów,
- ścian, słupów oraz elementów tarczowych i przestrzennych,
- stropów, stropodachów oraz balkonów i tarasów.

Fundamenty ulegały często korozji na skutek agresywnego działania wód gruntowych oraz złej jakości i jednorodności materiałów, nieodpowiednich i niedostatecznych izolacji przed wodą i wilgocią.

Ściany i filary ulegały często korozji na skutek:

- wad materiałowych i złego wykonawstwa,
- zawilgacania ścian i połączeń,
- wpływów termicznych w elementach niejednorodnych.

Najczęstszymi wadami materiałowymi były niejednorodne i nietrwałe cechy użytych materiałów konstrukcyjnych. Do nich szczególnie można zaliczyć:

- bloki i pustaki gazobetonowe,
- elementy gazobetonowe zbrojone,
- elementy żużlobetonowe; szczególnie zawierające związki siarki.

Zawilgocenia ścian często pod wpływem zmieniających się temperatur wpływały na korozję i destrukcję materiałów i elementów. Dotyczyły one szczególnie elementów z żużlobetonu, gipsu oraz betonu lekkiego. Poza tym bardzo często wilgoć wpływała na powstawanie grzybów niszczących samą strukturę materiałów konstrukcyjnych i zdrowie użytkowników. Szczególnie zawilgocenia wpływały



Rys. 8. Korozja zbrojenia słupa żelbetowej estakady



Rys. 9. Korozja zbrojenia słupa żelbetowego



Rys. 10. Korozja zbrojenia płyty żelbetowej w zakładach chemicznych

też szkodliwie na ściany budowli podziemnych, powodując ich szybką destrukcję. W budownictwie powszechnym najczęstsze przypadki destrukcji korozyjnej występowały w stropodachach. Działające na dachy, opady i wiatry oraz zmienne temperatury przy złych rozwiązaniach konstrukcyjnych, niedostatecznych robotach izolacyjnych wpływały często na powstawanie, zagrożeń, awarii i katastrof.



Stropy ulegały najczęściej destrukcji korozyjnej w budownictwie przemysłowym.

Przyczynami takich stanów były usterki wynikające często z niedostatecznej znajomości procesów niszczących konstrukcję w czasie eksploatacji.

W silosach najczęstszymi czynnikami sprzyjającymi powstawaniu korozji i stanów awaryjnych było:

- złe zaprojektowanie rozwiązań niektórych elementów konstrukcyjnych i ich połączeń,
- nieprawidłowe wykonanie betonu lub wadliwe betonowanie ścian, słupów i innych elementów,
- nieprawidłowe zbrojenia, zły torkret oraz złe izolacje i warstwy ochronne,
- zmiany założeń technologicznych składowania,
- pęknięcia ścian wskutek nieprzewidzianych wstrząsów lub wybuchów.

Ściany oporowe oraz ściany zbiorników na ciecze były niszczone wskutek:

- złych rozwiązań konstrukcyjnych połączeń,
- nieszczelnego i niejednorodnego betonu zbrojonego,
- nieszczelnych przerw roboczych lub przerw dylatacyjnych,
- nadmiernego skurczu betonu i wpływu różnic temperatury,
- złe wykonanych wykładzin i zabezpieczeń przed korozją kabli i strun sprężających zbiorniki od zewnątrz,
- niewłaściwej izolacji termicznej elementów żelbetowych,
- wadliwego zbrojenia przekryć lub den zbiorników powłokowych.

4. Podsumowanie

Wieloletnie analizy zagrożeń, awarii i katastrof obiektów budowlanych wykazały, że duży wpływ na ich powstanie miała korozja. Udział korozji w powstawaniu zagrożeń, awarii i katastrof wynosił w poszczególnych latach od 35% do 65% wszystkich zagrożeń, awarii i katastrof.

Rozwój korozji mających duży wpływ na powstawanie zagrożeń, awarii i katastrof budowlanych wynikał z błędów projektowych, wykonawczych i eksploatacyjnych.

Przedstawione analizy zagrożeń, awarii i katastrof konstrukcji budowlanych wynikłych z zagrożenia korozyjnego wskazują na duże znaczenie tego zagadnienia w gospodarce narodowej. Szczególnie ważne jest tu zagadnienie dostatecznej trwałości budowli w różnych warunkach eksploatacji, często przy zagrożeniu korozyjnym.

W wyniku awarii obiektów budowlanych, według ocen ekspertów, należało wykonać m.in.:

- dodatkowe wzmocnienia konstrukcji budowlanych,
- wymianę zniszczonych lub uszkodzonych elementów,
- naprawę uszkodzonych elementów,
- rozbiórkę istotnych elementów konstrukcji.

Uszkodzone lub zniszczone elementy oraz fragmenty obiektów powodowały często duże straty ekonomiczne zarówno dla użytkowników i zarządców, jak i dla środowiska. Często koszty usuwania awarii i wzmocnienia konstrukcji były większe od kosztów budowania nowych

obiektów o porównywalnych właściwościach, niezawodności i trwałości.

We wszystkich etapach procesu inwestycyjnego i eksploatacyjnego stwierdza się nadal dość dużą niedbałość, brak właściwej organizacji, brak dostatecznego nadzoru technicznego, niedostateczny stan wiedzy wykonawców i użytkowników. Wnioski z analiz najważniejszych błędów podano poniżej.

W projektowaniu niedostateczny stan wiedzy dotyczył podejmowania się przez projektantów projektowania konstrukcji, dla których brak było dostatecznych badań, analiz i wytycznych uwzględniających zagrożenia korozyjne. Błędy w założeniach projektowych dotyczyły ocen rzeczywistej pracy konstrukcji i niedostatecznej wiedzy projektantów o projektowanych obiektach, a także ich współpracy z podłożem. Niedbałość projektantów obejmowały także takie problemy i zasady projektowania, które uprzednio zostały opracowane i znormalizowane, a niezależnie od tego były źle przyjmowane w projektowaniu bez indywidualnych modyfikacji ze względu na zagrożenia korozyjne. Złe przyjmowane rozwiązania konstrukcyjne i warunki wykonawcze dotyczyły niedostatecznej praktyki wykonawczej projektantów decydujących o wyborze i realizacji rodzaju technologii projektowanych obiektów budowlanych o szczególnym zagrożeniu korozyjnym. Błędy projektowe można podzielić na zależne i niezależne od projektantów. Do niezależnych należały najczęściej błędy w projektowaniu komputerowym według niedostatecznie gwarantowanych programów obliczeniowych. Wobec stosowania metod komputerowych oraz niedostatecznej praktyki (wielu projektantów) odpowiedzialność za projektowanie w procesie inwestycyjnym znacznie się skomplikowała. Często brak jest wyraźnej odpowiedzialności za przyjęte rozwiązania projektowe i ich wyniki wraz z oceną trwałości i niezawodności.

W wykonawstwie niedbałość wykonawców przejawiała się najczęściej w złej organizacji oraz nieprzestrzeganiem podstawowych zasad procesów budowlanych, a także w realizacji niezgodnych z warunkami wykonywania, sztuką budowlaną i podstawową logiką organizacyjno-produkcyjną.

Niedostateczny stan wiedzy wykonawców dotyczył również specjalistycznych problemów realizacji wyrobów, elementów lub obiektów, dla których opracowane uprzednio aprobaty techniczne, akty normatywne lub literatura często nie były najodpowiedniejsze dla przyjętej techniki lub technologii realizowanych obiektów, z uwzględnieniem zagrożeń korozyjnych. Obejmowały one także takie problemy, które nie były dostatecznie przebadane i w wyniku złej adaptacji były bezkrytycznie przyjmowane do realizacji.

Podobne wnioski formułowane są dla eksploatacji. W zakresie programowania i projektowania niezbędne są:

- Wprowadzenie kompleksowych zasad i metod programowania z uwzględnieniem planowanej funkcjonalności i trwałości obiektów, a także ochrony środowiska i zagrożeń korozyjnych.



- Realizowanie prac badawczych i analitycznych rozszerzających wiedzę projektantów w zakresie pracy obiektów budowlanych i doskonalących techniki ich projektowania i fundamentowania w różnych warunkach przyszłej eksploatacji.
- Wprowadzenie wariantowych efektywnych i ekonomicznych systemów projektowania.
- Wprowadzenie szerszego i skutecznego nadzoru autorskiego w czasie realizacji obiektów.
- Szkolenie projektantów zarówno w zakresie technik programowania, projektowania, jak i w zakresie technologii realizacji, szczególnie przy stosowaniu nowych wyrobów i materiałów a szczególnie wyrobów zagranicznych.
- Wprowadzenie szerszej i udokumentowanej odpowiedzialności za projektowanie obiektów budowlanych.
- Wprowadzenie systemu zarządzania jakością w projektowaniu budowlanym według ISO 9000.
- Korzystanie z fachowego doradztwa rzeczoznawców i specjalistów budowlanych, w tym z zakresu korozji.
- Ubezpieczenie wszystkich działań projektowych w zależności od poziomu projektantów oraz złożoności projektowanych obiektów.

W zakresie wykonawstwa niezbędne są:

- Wprowadzenie powszechnych zasad nowoczesnej organizacji i zarządzania jakością przedsięwzięcia według ISO 9000.
- Wprowadzenie stałego i wymagającego nadzoru technicznego zarówno przy realizacji obiektów budowlanych, jak i przy produkcji wyrobów i elementów budowlanych z uwzględnieniem trwałości i ochrony przed korozją.
- Przestrzeganie wszystkich aktualnych warunków technicznych wykonywania i odbioru robót budowlanych oraz wymagań aprobat technicznych np. [13–14].
- Wprowadzenie efektywnego systemu kontroli jakości wszystkich robót budowlanych.
- Wprowadzenie odpowiedniego systemu ekonomiczno-organizacyjnego, zapewniającego dobrą jakość wykonawstwa budowlanego.
- Podjęcie szeregu prac badawczych przyczyniających się do nowoczesnego wykonawstwa budowlanego.
- Doskonalenie aktów normatywnych dotyczących realizacji i trwałości obiektów budowlanych.
- Szkolenie w sposób bardziej efektywny robotników, techników, majstrów i inżynierów, a także rozszerzenie i doskonalenie szkolenia specjalistycznego w budownictwie.
- Stosowanie tylko materiałów i wyrobów certyfikowanych mających pełne deklaracje zgodności.
- Ubezpieczenie wszystkich robót budowlanych w zależności od rodzaju realizowanych obiektów i poziomu wykonawców.

Ponadto w budownictwie wskazanym jest powszechne wprowadzenie i wdrażanie:

- Specjalizacji przedsięwzięcia projektowych i wykonawczych (w tym remontowych) z uwzględnieniem robót antykorozyjnych posiadających certyfikaty usług budowlanych.

- Skutecznego systemu kontroli jakości opartego o niezależne akredytowane laboratoria badawcze i jednostki kontroli budownictwa w zakresie trwałości i ochrony przed korozją.
- Ubezpieczeń obiektów budowlanych wymuszających dobrą jakość projektowania, realizacji i prawidłową eksploatację.
- Odpowiedzialności zawodowej w budownictwie i eksploatacji obiektów budowlanych.
- Dobrego i skutecznego nadzoru oraz kontroli przez państwowy nadzór budowlany.
- Przestrzegania prawa budowlanego połączonego z odpowiednimi sankcjami.
- Systemów zarządzania jakością we wszystkich fazach budownictwa i eksploatacji wg ISO 9000.

Z punktu widzenia niezawodności konstrukcji ważne jest dostateczne zabezpieczenie i ochrona przed korozją oraz zachowanie przez materiał konstrukcyjny określonych cech fizycznych przez cały planowany okres użytkowania w warunkach korozyjnych.

Wynika z tego, że wskazane są realizacje prac techniczno-organizacyjnych zmierzających do:

- eliminacji błędów szczególnie przez skuteczną kontrolę oraz podnoszenie kwalifikacji zawodowych, zarówno wykonawców jak i projektantów,
- rozwoju samej wiedzy inżynierskiej w dziedzinie ochrony obiektów przed korozją.

Ponadto niezbędne są działania prowadzące do lepszego rozpoznania mechaniki pracy konstrukcji, metod określania obciążeń i cech fizycznych materiałów miarodajnych do obliczeń, a także skutków korozji na zmianę trwałości i niezawodności konstrukcji obiektów budowlanych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Materiały 14 sympozjów nt. Badanie przyczyn i zapobieganie awariom konstrukcji budowlanych, Wyd. Pol. Szcz. 1974–93
- [2] Materiały z konferencji Awary budowlane, Międzyzdroje 1994–2003, Wyd. Pol. Szcz.
- [3] Runkiewicz L., Ocena bezpieczeństwa eksploatowanych silosów żelbetowych na materiały sypkie, Mat. Konf. Politechnika Lwowska, Lwów, 1997
- [4] Runkiewicz L., Zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji budowlanych spowodowane korozją, Poradnik Insp. Nadzoru, nr 7–8/97, Warszawa
- [6] Runkiewicz L., Raporty z analiz zagrożeń, awarii i katastrof budowlanych, Prace naukowo-badawcze ITB (1989–2002) Biblioteka ITB, Warszawa
- [7] Materiały 14 konferencji KONTRA, Wyd. PZITB
- [8] Materiały Konferencji Żelbetowe i sprężone zbiorniki na materiały sypkie i ciecze, Wyd. Politechniki Wrocławskiej i Politechniki Krakowskiej, Wrocław, Kraków 1992–2003
- [9] Materiały Konferencji Ekologia a budownictwo, Wyd. Bielsko-Biała 1988–2003
- [10] Materiały Konferencji Problemy Rzeczoznawstwa Budowlanego, Wyd. Politechnika Świętokrzyska i ITB, Kielce, Warszawa 1998–2002
- [11] Materiały Konferencji Problemy remontowe w budownictwie ogólnym, Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1988–2002
- [12] Raporty roczne z prac naukowo-badawczych ITB pt. Baza danych o zagrożeniach i awariach budowlanych, Opracowanie – maszynopis – Biblioteka ITB, Warszawa 1989–2003
- [13] Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlanych (WTWiORB), Wyd. ITB
- [14] PN-EN 13670 Wykonywanie konstrukcji z betonu